



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Diseños de investigación en Psicología

DIAPPOSITIVAS CURSO 2019-2020

**M. Isabel Núñez Peña
Roser Bono Cabré**

Sección de Psicología Cuantitativa
Departamento de Psicología Social y Psicología Cuantitativa
Facultad de Psicología - Universidad de Barcelona

Índice

1. Contenidos.....	1
2. Planeamiento de estudios experimentales y cuasi-experimentales.....	2
3. Diseños experimentales simples de grupos.....	12
4. Diseños experimentales factoriales de grupos.....	33
5. Diseños de medidas repetidas.....	46
6. Diseños cuasi-experimentales.....	66
7. Diseños de series de tiempo interrumpidas.....	80
8. Diseños de caso único.....	90



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

DISEÑOS DE INVESTIGACIÓN EN PSICOLOGÍA

Curso 2019-2020

Autores:

Dra. M. Isabel Núñez Peña

Dra. Roser Bono Cabré



CONTENIDOS



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Planteamiento de estudios experimentales y cuasi-experimentales
Diseños experimentales simples de grupos
Diseños experimentales factoriales de grupos
Diseños de medidas repetidas
Diseños cuasi-experimentales
Diseños de series de tiempo interrumpidas
Diseños de caso único

TEMA I

PLANTEAMIENTO DE ESTUDIOS EXPERIMENTALES Y CUASI- EXPERIMENTALES

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



ESQUEMA GENERAL

Fases de la investigación científica
Diseños de investigación
Variables de la investigación experimental
Objetivos de la investigación experimental
Clasificación del diseño experimental

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Fases de la investigación científica

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



 UNIVERSITAT DE
BARCELONA

NIVELES

NIVEL TEÓRICO-
CONCEPTUAL

NIVEL TÉCNICO-
METODOLÓGICO

NIVEL ANALÍTICO-
ESTADÍSTICO

NIVEL TEÓRICO-
CONCEPTUAL

FASES

- 1) Delimitación del problema
- 2) Formulación de la hipótesis
- 3) Diseño de la investigación
- 4) Recogida de datos
- 5) Análisis de datos
- 6) Contraste de hipótesis
- 7) Discusión de los resultados

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



 UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Diseños de investigación

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Clasificación de los diseños de investigación

- **Diseño experimental**: es el proceso de indagación que tiene como objetivo establecer relaciones causales inequívocas entre las variables. Para conseguirlo el experimentador deberá actuar de la siguiente manera:
 - 1) Provocará el fenómeno que quiere estudiar. Es decir, *manipulará la variable independiente*.
 - 2) Aislará el fenómeno que quiere estudiar. Es decir, *controlará el efecto de las variables extrañas*.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Clasificación de los diseños de investigación

- **Diseño cuasiexperimental:** son similares a los experimentos, excepto en que los grupos no se forman aleatoriamente.
- **Diseño no experimental:** es el proceso de indagación en el que se recogen datos sin intentar inducir ningún cambio.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Clasificación de los diseños de investigación

	Experimento verdadero	Cuasi-experimento	No experimento
Manipulación de la variable independiente	SÍ	SÍ	NO
Aleatorización en la formación de grupos	SÍ	NO	NO
Control de variables de confundido	SÍ	SÍ	NO

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Variables en la investigación experimental

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Tipos de variables

- **Variable independiente:** es aquella que manipula el investigador con objeto de comprobar qué efecto produce sobre el aspecto que le interesa modificar.
- **Variable dependiente:** es el aspecto que nos interesa modificar, sobre el que se predicen cambios en función de la manipulación de la variable independiente.
- **Variables extrañas (o de posible confundido):** son aquellas que pueden incidir sobre la variable dependiente provocando cambios sobre ésta no deseados. Es imprescindible que se controlen.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Objetivos del diseño experimental

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



 UNIVERSITAT DE
BARCELONA

OBJETIVO 1

Maximizar el efecto de la variable independiente
(*maximizar la variancia sistemática primaria*)



CONSECUCIÓN

- 1) Mediante la adecuada elección de los valores de la variable independiente
- 2) Minimizando la variancia del error

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



 UNIVERSITAT DE
BARCELONA

OBJETIVO 2

CONSECUCIÓN

Controlar las variables extrañas de efectos sistemáticos (*controlar la variancia sistemática secundaria*)



- 1) Mediante técnicas de control no asociadas al diseño
- 2) Mediante la selección de un diseño adecuado

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Técnicas no asociadas al diseño

- Eliminación
- Constancia
- Balanceo
- Aleatorización

Técnicas asociadas al diseño

- Grupos al azar (*Diseño de grupos al azar*)
- Apareo o bloqueo (*Diseño de grupos homogéneos*)
- Sujeto como propio control (*Diseño de medidas repetidas*)

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



OBJETIVO 3

CONSECUCCIÓN

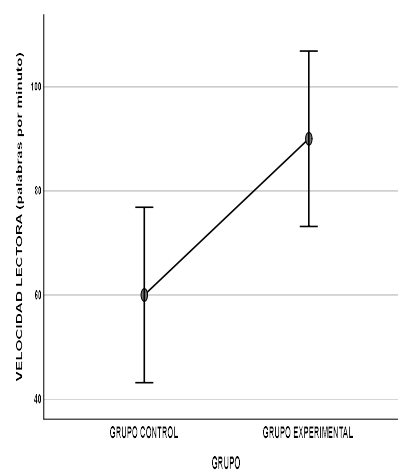
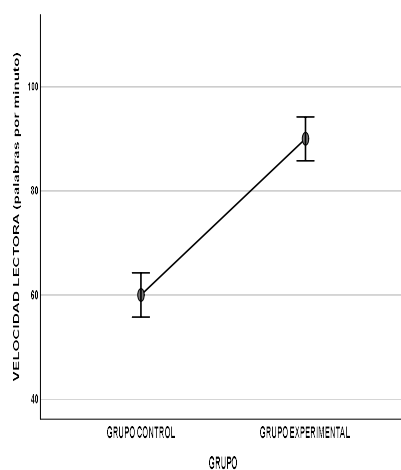
Reducir el efecto de las variables extrañas con efectos aleatorios
(*minimizar la variancia del error*)

- 1) Utilizando instrumentos de medida precisos
- 2) A través del diseño
- 3) Mediante de la estandarización del procedimiento experimental

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Vemos dos posibles resultados para una investigación en la que se pretende estudiar la eficacia de un nuevo programa de enseñanza para incrementar la velocidad lectora de niños de 2º de primaria. Las medias en ambos casos son idénticas pero vemos cómo en el gráfico de la derecha tenemos más variancia del error (representada en las barras).



Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Clasificación del diseño experimental

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Clasificación del diseño experimental

Los diseños experimentales se clasifican en **diseños experimentales clásicos** y **diseños de caso único**.

Los **diseños experimentales clásicos** se clasifican en función de varios criterios:

1. **En función del número de variables independientes que se manipulan:**

Diseños simples, en los que se manipula una sola variable independiente.

Diseños factoriales, en los que se manipulan dos o más variables independientes.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Clasificación del diseño experimental

2. En función del número de variables dependientes que se registren:

Diseños univariantes, en los que registra una sola variable dependiente.

Diseños multivariantes, en los que se registra más de una variable dependiente.

3. En función del número de observaciones por sujeto y condición experimental:

Diseño transversal (también denominado diseño *cross-sectional* o *estático*) en el que disponemos de una sola medida u observación por sujeto y condición.

Diseño longitudinal, en el que disponemos de más de una medida u observación.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Clasificación del diseño experimental

4. En función de su capacidad para controlar las variables extrañas y reducir la variancia de error.

Diseño de grupos al azar: la asignación de los sujetos a los grupos experimentales se realiza al azar.

Diseño de grupos homogéneos: los grupos experimentales no se forman por aleatorización pura sino introduciendo ciertas restricciones de manera que los grupos sean homogéneos respecto de cierta característica de interés.

Diseño de medidas repetidas: es aquél en el que el investigador registra dos o más medidas de la variable dependiente para cada sujeto o unidad experimental. Cada una de estas medidas se tomará bajo la acción de cada una de las condiciones de tratamiento.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



TEMA II

DISEÑOS EXPERIMENTALES SIMPLES DE GRUPOS

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



ESQUEMA GENERAL

Definición y clasificación del diseño experimental de grupos
Diseño experimental de dos grupos: definición
Diseño experimental de dos grupos: análisis estadístico
Diseño multigrupo al azar: definición
Diseño multigrupo al azar: análisis estadístico

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Definición y clasificación del diseño experimental de grupos

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



 UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Definición y clasificación

Definición: Los diseños experimentales de grupos son aquellos en los que se utilizan dos o más grupos que reciben los distintos tratamientos (estrategia entre-sujetos).

Clasificación: Los diseños experimentales de grupos pueden ser:

- En función de su capacidad para controlar las variables extrañas y reducir la variancia de error: *de grupos al azar* o *de grupos homogéneos*.
- Según el número de VIs: *simple* o *factorial*.
- Los diseños simples pueden ser de dos tipos según el número de valores de la VI: *bicondicional* o *multicondicional*.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



 UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Definición y clasificación

Ventajas: La asignación aleatoria de las unidades experimentales a los distintos tratamientos permite asumir la equivalencia inicial de los grupos respecto a cualquier variable desconocida y, por tanto, son comparables entre sí.

Inconvenientes:

1. Para asumir la equivalencia inicial de los grupos se ha de trabajar con grupos grandes.
2. Presentan una elevada variancia del error, por lo que son diseños poco sensibles para detectar el efecto de los tratamientos.

Diseño experimental de dos grupos al azar

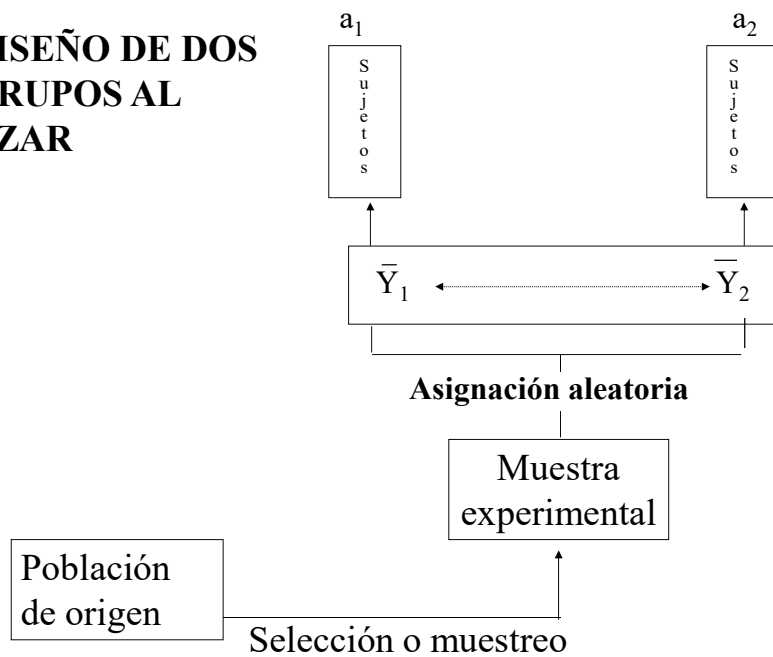
Definición del diseño de dos grupos

Definición: Una de las situaciones más simples de investigación experimental es aquella en la que se trabaja con dos grupos, normalmente uno de *control* y otro *experimental*. Dado que se trabaja con una sola variable independiente con dos niveles se trata de diseños simples bicondicionales.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



DISEÑO DE DOS GRUPOS AL AZAR



Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Diseño experimental de dos grupos: análisis estadístico

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Técnicas estadísticas

Dos grupos al azar	
Prueba paramétrica	<i>t de Student para datos independientes</i>
Prueba no paramétrica	<i>U de Mann-Whitney</i>

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Diseño multigrupo al azar: Definición

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



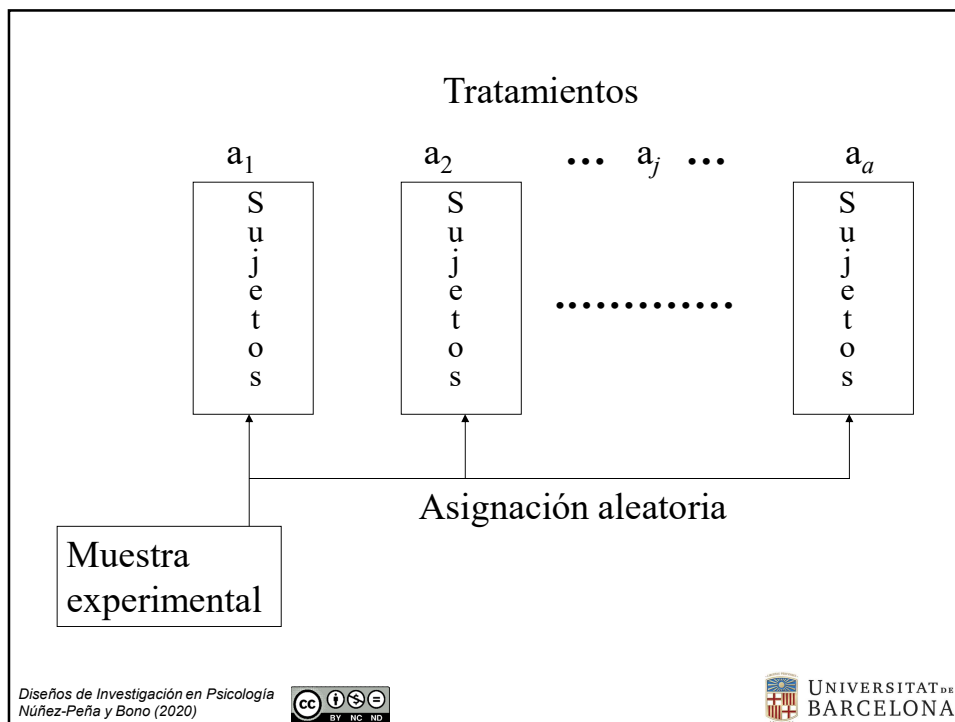
Definición

Los diseños multigrupo son estructuras con una sola variable independiente de tres o más valores o niveles.

El diseño multigrupo totalmente al azar requiere la asignación aleatoria de los sujetos de la muestra a los distintos grupos, sin restricción alguna.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)





Prueba de significación
general

Análisis de la variancia
(ANOVA) unifactorial
para datos independientes

Si la variable independiente
es categórica o cuantitativa
.....

Comparaciones múltiples
(contrastes parciales)

Si la variable independiente
es cuantitativa

Análisis de tendencias

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Ejemplo 1

Se pretende probar si la *cantidad de repasos* es una variable decisiva para el recuerdo. Los sujetos ($n=20$) deben leer en voz alta una lista de ítems. El primer grupo leerá la lista una sola vez (condición a_1), el segundo la leerá dos veces (condición a_2), el tercero tres veces (condición a_3) y el cuarto cuatro veces (condición a_4).

Al terminar las lecturas, los sujetos realizan una prueba de memoria que consiste en restituir o recuperar de la memoria la mayor cantidad de ítems. La medida de la variable dependiente es la cantidad de respuestas o ítems correctamente recordados.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Matriz de datos del diseño

	Grupo 1	Grupo 2	...	Grupo k	Total
Individuo 1	y_{11}	y_{12}	...	y_{1k}	
Individuo 2	y_{21}	y_{22}	...	y_{2k}	
.	.	.		.	
.	
.	.	.		.	
Individuo n	y_{n1}	y_{n2}		y_{nk}	
Sumas	$\sum_{i=1}^n y_{i1}$	$\sum_{i=1}^n y_{i2}$...	$\sum_{i=1}^n y_{ik}$	$\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n y_{ij}$
Medias	$\bar{y}_{.1}$	$\bar{y}_{.2}$...	$\bar{y}_{.k}$	$\bar{y}_{..}$
Nº individuos	n_1	n_2	...	n_k	n

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



DISEÑO MULTIGRUPO				
TRATAMIENTOS				
	a_1	a_2	a_3	a_4
	2	4	6	9
	1	3	7	7
	3	5	8	8
	4	7	7	9
	2	6	5	8
Totales:	12	25	33	41
Medias:	2.4	5	6.6	8.2

111
5.5

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



ANOVA unifactorial para datos independientes

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Cuadro resumen del ANOVA

Fuentes de Variación	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad	Variancia	F
Factor entregrupos	$SC_{entre} = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n (\bar{y}_{.j} - \bar{y}_{..})^2$	$k-1$	$S_{entre}^2 = \frac{SC_{entre}}{k-1}$	$F = \frac{S_{entre}^2}{S_{intra}^2}$
Factor intragrupo	$SC_{intra} = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n (\bar{y}_{ij} - \bar{y}_{.j})^2$	$n-k$	$S_{intra}^2 = \frac{SC_{intra}}{n-k}$	
Total	$SC_{total} = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n (y_{ij} - \bar{y}_{..})^2$	$n-1$		

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Cuadro resumen del ANOVA

$p\text{-valor} \leq 0,05$ \longrightarrow rechazo H_0

$p\text{-valor} > 0,05$ \longrightarrow no rechazo H_0

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Supuestos del ANOVA

Existen tres supuestos que han de cumplirse si queremos aplicar un AVAR:

1. **Independencia de las observaciones:** se refiere a que las puntuaciones de los distintos individuos no han de covariar entre sí.
2. **Normalidad de los datos:** el conjunto de residuales en la población debe distribuirse según una ley normal.
3. **Homocedasticidad:** para una correcta utilización del ANOVA es necesario que las variancias intragrupo sean homogéneas ($\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_j^2$). Utilizamos la prueba de Levene para comprobar su cumplimiento.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Prueba de homogeneidad de variancias para el Ejemplo 1

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_4^2$$

Prueba de homogeneidad de variancias

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Recuerdo	Se basa en la media	,680	3	16	,577
	Se basa en la mediana	,528	3	16	,670
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,528	3	14,769	,670
	Se basa en la media recortada	,670	3	16	,583

Como $p = ,577$, no se rechaza H_0 , por lo que se cumple la condición de homogeneidad de variancias

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Proceso de decisión estadística para el ANOVA

Paso 1. La hipótesis de nulidad asume que los grupos experimentales proceden de la misma población y, por consiguiente, las medias son idénticas:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

Paso 2. La hipótesis alternativa asume que por lo menos hay diferencias entre dos medias.

$$H_1: \exists i, j \mid \mu_i \neq \mu_j$$

Paso 3. Se aplica el ANOVA cuyo estadístico es la F de Snedecor y se obtiene la probabilidad asociada al estadístico.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Cuadro resumen del ANOVA para el Ejemplo 1

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

~~$p\text{-valor} = 0$~~
 ~~$p\text{-valor} = ,000$~~

ANOVA

Recuerdo

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	91,750	3	30,583	21,092	,000
Dentro de grupos	23,200	16	1,450		
Total	114,950	19			

Como $p < ,001$, se rechaza H_0 y, por tanto, como mínimo hay diferencias entre dos de las cuatro medias.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Proceso de decisión estadística para el ANOVA

Paso 4. Como el nivel de significación es inferior a 0.05 se rechaza la hipótesis de nulidad y se acepta la hipótesis alternativa.

$$H_1 : \exists i, j \mid \mu_i \neq \mu_j$$

Dado que el ANOVA es un contraste global, una F significativa sólo demuestra que al menos una diferencia entre las medias del factor es estadísticamente significativa. Para concretar las diferencias detectadas por el ANOVA se deben llevar a cabo *contrastes parciales* o *comparaciones múltiples*.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Contrastes parciales

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



 UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Definición

Los contrastes se efectúan, por lo general, entre las medias de los grupos de tratamiento. Un contraste o comparación es una combinación lineal de las k medias de un factor definido como:

$$\psi = c_1\mu_1 + c_2\mu_2 + \dots + c_k\mu_k = \sum_{j=1}^k c_j\mu_j$$

donde c_j son cada uno de los coeficientes del contraste. La suma de los coeficientes ha de ser cero.

$$\sum_{j=1}^k c_j = 0$$

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



 UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Tipos de contrastes

- Los **contrastos *a priori* o planificados** se formulan de acuerdo con los intereses previos o teóricos del investigador, y se plantean antes de obtener los resultados del experimento.
- Los **contrastos *a posteriori* o no planificados** se formulan en función de los resultados obtenidos en el ANOVA y se llevan a cabo para extraer la máxima información de los datos del experimento.

Contrastes planificados: cinco ejemplos

- *Contraste 1*: Dos lecturas de la lista (condición a_2) no difiere de una sola lectura (condición a_1)

$$H_0 : \mu_2 = \mu_1$$

- *Contraste 2*: Se asume la igualdad entre tres lecturas (a_3) y una (a_1)

$$H_0 : \mu_3 = \mu_1$$

- *Contraste 3*: Se asume la igualdad entre cuatro lecturas (a_4) y una sola lectura (a_1)

$$H_0 : \mu_4 = \mu_1$$

Contrastes planificados: cinco ejemplos

- *Contraste 4:* Se establece la igualdad entre tres lecturas y el promedio entre una y dos lecturas.

$$H_0 : \mu_3 = 1/2(\mu_1 + \mu_2)$$

- *Contraste 5:* Se define la igualdad entre cuatro lecturas y el promedio de las restantes.

$$H_0 : \mu_4 = 1/3(\mu_1 + \mu_2 + \mu_3)$$

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Coefficientes de los contrastes planificados para cinco ejemplos

Contraste	Coeficientes				Σa_j
	a_1	a_2	a_3	a_4	
c_1	-1	1	0	0	0
c_2	-1	0	1	0	0
c_3	-1	0	0	1	0
c_4	-1	-1	2	0	0
c_5	-1	-1	-1	3	0

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Contrastes planificados: cinco ejemplos

Pruebas de contraste

		Contraste	Valor de contraste	Desv. Error	t	gl	Sig. (bilateral)
Recuerdo	Suponer varianzas iguales	1	-2,6000	,76158	-3,414	16	,004
		2	-4,2000	,76158	-5,515	16	,000
		3	-5,8000	,76158	-7,616	16	,000
		4	-5,8000	1,31909	-4,397	16	,000
		5	-10,6000	1,86548	-5,682	16	,000
	No se asume varianzas iguales	1	-2,6000	,87178	-2,982	7,275	,020
		2	-4,2000	,72111	-5,824	8,000	,000
		3	-5,8000	,63246	-9,171	7,339	,000
		4	-5,8000	1,34164	-4,323	9,262	,002
		5	-10,6000	1,50997	-7,020	10,540	,000

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Contrastes planificados: cinco ejemplos

Como la prueba de homogeneidad de variancias nos ha permitido concluir que las variancias poblacionales son homogéneas, miramos los contrastes suponiendo variancias iguales.

Contraste 1: $p = ,004$, rechazamos H_0 y, por tanto, hay diferencias entre las dos medias.

Contraste 2: $p < ,001$, rechazamos H_0 y, por tanto, hay diferencias entre las dos medias.

Contraste 3: $p < ,001$, rechazamos H_0 y, por tanto, hay diferencias entre las dos medias.

Contraste 4: $p < ,001$, rechazamos H_0 y, por tanto, hay diferencias entre las dos medias.

Contraste 5: $p < ,001$, rechazamos H_0 y, por tanto, hay diferencias entre las dos medias.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Contrastes no planificados o *a posteriori*

La principal desventaja de las comparaciones *a priori* es que a medida que aumenta el número de contrastes también se incrementa la probabilidad de cometer un error de tipo I o de rechazar la H_0 siendo verdadera. Existen diversos métodos (por ejemplo la corrección de Bonferroni) que permiten solventar este problema.

Los contrastes *a posteriori* tienen la ventaja de mantener constante la probabilidad de cometer errores de tipo I cuando se toma la decisión estadística. Entre dichas estrategias cabe destacar las **pruebas de Scheffe**, Tukey, Newman-Keuls, Duncan, y Dunnett.

Contrastes *a posteriori* para el Ejemplo 1

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Recuerdo

Scheffe

(I) Repasos	(J) Repasos	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
uno	dos	-2,60000*	,76158	,029	-4,9739	-,2261
	tres	-4,20000*	,76158	,001	-6,5739	-1,8261
	cuatro	-5,80000*	,76158	,000	-8,1739	-3,4261
dos	uno	2,60000*	,76158	,029	,2261	4,9739
	tres	-1,60000	,76158	,260	-3,9739	,7739
	cuatro	-3,20000*	,76158	,007	-5,5739	-,8261
tres	uno	4,20000*	,76158	,001	1,8261	6,5739
	dos	1,60000	,76158	,260	-,7739	3,9739
	cuatro	-1,60000	,76158	,260	-3,9739	,7739
cuatro	uno	5,80000*	,76158	,000	3,4261	8,1739
	dos	3,20000*	,76158	,007	,8261	5,5739
	tres	1,60000	,76158	,260	-,7739	3,9739

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Contrastes *a posteriori* para el Ejemplo 1

Contraste 1: $H_0 : \mu_1 = \mu_2$

$p = ,029$, rechazamos H_0 y, por tanto, hay diferencias entre las dos medias.

Contraste 2: $H_0 : \mu_1 = \mu_3$

$p = ,001$, rechazamos H_0 y, por tanto, hay diferencias entre las dos medias.

Contraste 3: $H_0 : \mu_1 = \mu_4$

$p < ,001$, rechazamos H_0 y, por tanto, hay diferencias entre las dos medias.

Contraste 4: $H_0 : \mu_2 = \mu_3$

$p = ,260$, no rechazamos H_0 y, por tanto, no hay diferencias entre las dos medias.

Contraste 5: $H_0 : \mu_2 = \mu_4$

$p = ,007$, rechazamos H_0 y, por tanto, hay diferencias entre las dos medias.

Contraste 6: $H_0 : \mu_3 = \mu_4$

$p = ,260$, no rechazamos H_0 y, por tanto, no hay diferencias entre las dos medias.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Análisis de tendencias

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Definición

Una de las técnicas de análisis de tendencias es el método de polinomios ortogonales. En virtud de ese procedimiento, es posible dividir la variación o Suma de Cuadrados de tratamientos en una serie de componentes independientes de tendencia como, por ejemplo, lineal, cuadrático, cúbico, etc. Cada componente ortogonal aporta información particular sobre una clase de tendencia o relación entre la variable independiente y la variable dependiente. Al mismo tiempo, este procedimiento permite verificar estadísticamente la significación de cada componente de tendencia.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Definición

Para poder realizar un análisis de tendencias se han de cumplir dos requisitos:

- Las dos variables (VI y VD) han de ser cuantitativas.
- La variable independiente ha de tener tres o más valores.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Cuadro resumen del análisis de tendencias para el Ejemplo 1

ANOVA

Recuerdo

			Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	(Combinado)		91,750	3	30,583	21,092	,000
	Término lineal	Contraste	90,250	1	90,250	62,241	,000
		Desviación	1,500	2	,750	,517	,606
	Término cuadrático	Contraste	1,250	1	1,250	,862	,367
		Desviación	,250	1	,250	,172	,683
	Término cúbico	Contraste	,250	1	,250	,172	,683
Dentro de grupos			23,200	16	1,450		
Total			114,950	19			

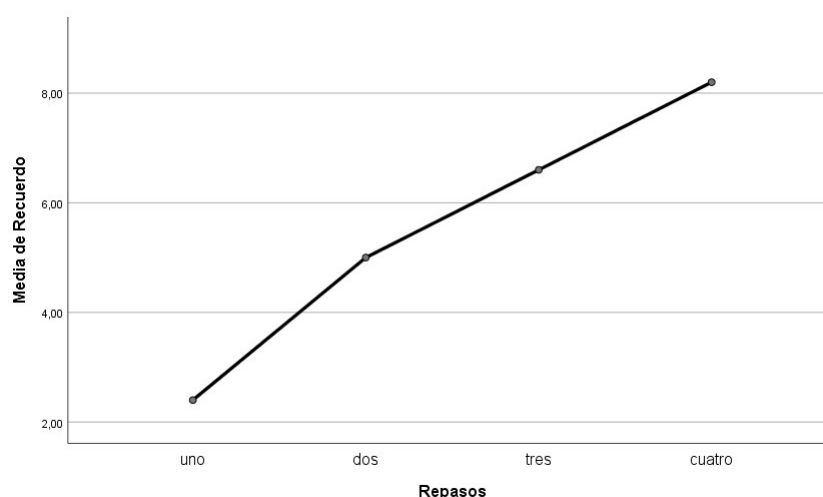
Como $p < ,001$ para el término lineal, concluimos que es esa la tendencia que mejor explica la relación entre la variable independiente y la dependiente. Podemos ver esa tendencia en el gráfico de medias de la siguiente diapositiva.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Gráfico de medias para el Ejemplo 1



Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

TEMA III

DISEÑOS EXPERIMENTALES FACTORIALES DE GRUPOS

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



ESQUEMA GENERAL

Definición del diseño factorial
Clasificación del diseño factorial
Efectos estimables en un diseño factorial
Diseño factorial A x B completamente al azar: Estructura
Diseño factorial A x B completamente al azar: Análisis estadístico
Representación de la interacción

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Definición

El diseño factorial es una estructura de investigación en la que se manipulan simultáneamente dos o más variables independientes o de tratamiento.

En el caso más simple tendremos sólo dos variables independientes cada una con dos valores.

Clasificación

Criterios	Diseño
Cantidad de valores por factor	Igual cantidad de valores: 2^2 , 3^2 , etc. Cantidad variable: 2×3 ; $2 \times 3 \times 4$, etc.
Grado de control	Diseño factorial completamente al azar Diseño factorial de bloques o de grupos homogéneos

Diseño 2^3 ← Número de VIs

Número valores de las VIs

Diseño 2×3

VI con 2 valores

VI con 3 valores

Efectos factoriales estimables

- **Efectos principales:** son el impacto global de cada factor considerado de forma independiente, es decir, el efecto global de un factor se deriva del promedio de los dos efectos simples
- **Efectos simples:** Es el efecto puntual de una variable independiente o factor para cada valor de la otra.
- **Efecto secundario o interactivo:** se define por la relación entre los factores o variables independientes, es decir, el efecto cruzado. Habrá interacción entre dos variables independientes cuando los efectos de una variable sobre la conducta cambie con los diferentes valores de la otra variable.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



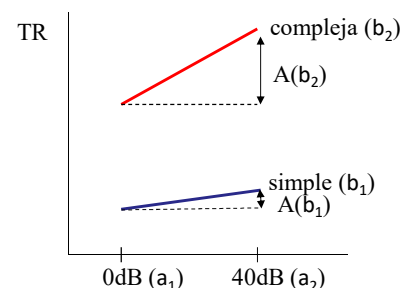
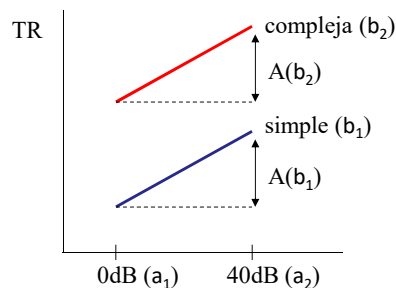
UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Efectos factoriales estimables

A – Ruido ambiental → a_1 : 0 dB
→ a_2 : 40 dB

B – Tipo de tarea → b_1 : simple
→ b_2 : compleja

CONDICIONES EXPERIMENTALES: $a_1b_1, a_1b_2, a_2b_1, a_2b_2$
EFECTOS PRINCIPALES: efecto de A y efecto de B
EFECTOS SIMPLES: $A(b_1), A(b_2), B(a_1), B(a_2)$
EFECTO DE INTERACCIÓN: $A \times B$



Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Ventajas del diseño factorial

1. Además de permitir el análisis de los *efectos principales* también posibilitan examinar los *efectos de interacción*.
2. Más económico que el diseño simple puesto que permite obtener más información con menos sujetos.
3. Al introducir varias variables independientes como factores en el diseño, los efectos asociados a tales factores se sustraen del término de error. En consecuencia, se reduce la varianza de error y se incrementa la potencia de la prueba estadística.
4. Por último, cabe señalar que, dada la complejidad de la conducta humana, es lógico suponer que la mayoría de los comportamientos no se hallan determinados por la acción de una sola variable, sino que responden a los efectos de un conjunto de factores.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Diseño factorial de grupos al azar 2x2: Estructura

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Ejemplo 2

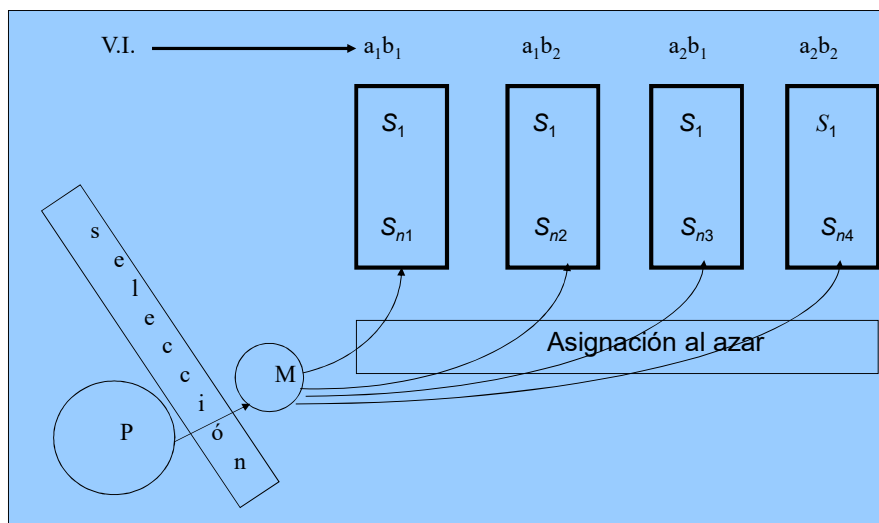
Se pretende estudiar la eficacia de dos métodos de enseñanza (*a distancia-b₁* y *presencial-b₂*) sobre el aprendizaje de dos materias (*matemáticas-a₁* e *historia-a₂*). Se forman aleatoriamente cuatro grupos y cada uno seguirá uno de los cuatro cursos resultantes de combinar las dos variables independientes. La variable dependiente de esta investigación será la puntuación obtenida por cada estudiante en un examen que realizarán al finalizar el curso.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Estructura del diseño



Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Diseño factorial de grupos al azar 2x2: Análisis estadístico

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



 UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Matriz de datos del diseño

			VARIABLE B		
			b_1	b_2	medias
V A R I A B L E A	a_1	individuo 1	y_{111}	y_{112}	
		
		individuo n	y_{n11}	y_{n12}	
		medias	$\bar{y}_{.11}$	$\bar{y}_{.12}$	$\bar{y}_{1..}$
	a_2	individuo 1	y_{121}	y_{122}	
		
		individuo n	y_{n21}	y_{n22}	
		medias	$\bar{y}_{.21}$	$\bar{y}_{.22}$	$\bar{y}_{2..}$
		medias	$\bar{y}_{..1}$	$\bar{y}_{..2}$	$\bar{y}_{...}$

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



 UNIVERSITAT DE
BARCELONA

	MATEMÁTICAS (a_1)		HISTORIA (a_2)	
	A DISTANCIA (b_1)	PRESENCIAL (b_2)	A DISTANCIA (b_1)	PRESENCIAL (b_2)
	10	4	9	8
	9	3	9	6
	4	4	10	7
	8	5	8	7
	8	4	10	8
	4	3	9	7
	3	4	10	7
	6	4	8	6
TOTALES	52	31	73	56
MEDIAS	6,5	3,875	9,12	7

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)

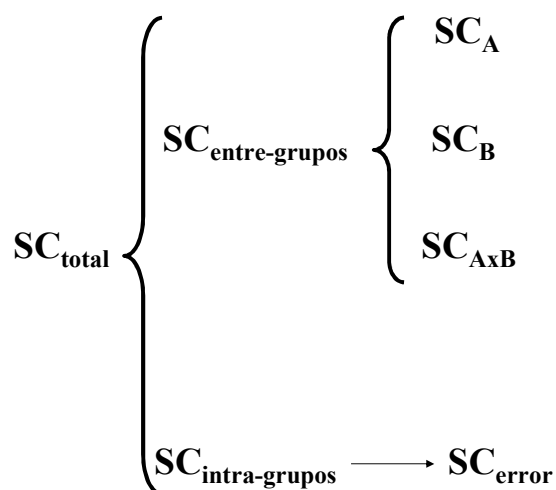


ANOVA multifactorial para datos independientes

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Descomposición de las Sumas de cuadrados



Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Cuadro resumen del ANOVA

Fuentes de variación	SC	Grados de libertad	Variancia	F
Variable A	SC_A	$a - 1$	S^2_A	S^2_A / S^2_{error}
Variable B	SC_B	$b - 1$	S^2_B	S^2_B / S^2_{error}
Interacción AxB	$SC_{A \times B}$	$(a-1)(b-1)$	$S^2_{A \times B}$	$S^2_{A \times B} / S^2_{error}$
Error	SC_{error}	$n - ab$	S^2_{error}	
Total	SC_{Total}	$n - 1$		

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Supuestos del ANOVA

Los tres supuestos que han de cumplirse si queremos aplicar un ANOVA factorial para datos independientes son:

1. Independencia de las observaciones
2. Normalidad de los datos
3. Homocedasticidad

Asumimos el cumplimiento de los tres supuestos para los datos del Ejemplo 2

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Proceso de decisión estadística

Paso 1. Según la estructura del diseño son estimables tres efectos. Por esa razón, se plantean tres hipótesis nulas relativas a la variable A, la variable B y la interacción AxB:

Efecto principal de Materia: $H_0: \mu_{a1} = \mu_{a2}$

Efecto principal de Sistema de enseñanza: $H_0: \mu_{b1} = \mu_{b2}$

Efecto de interacción: $H_0: \mu_{11} - \mu_{12} = \mu_{21} - \mu_{22}$

Paso 2. Se aplica un ANOVA. El estadístico de la prueba es la F de Snedecor, con un α de 0.05, para las tres hipótesis nulas. El tamaño de la muestra experimental es 32 y el de las submuestras 8.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Cuadro resumen del ANOVA para el Ejemplo 2

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Nota

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	111,750 ^a	3	37,250	17,456	,000
Intersección	1404,500	1	1404,500	658,176	,000
Materia	66,125	1	66,125	30,987	,000
Enseñanza	45,125	1	45,125	21,146	,000
Materia * Enseñanza	,500	1	,500	,234	,632
Error	59,750	28	2,134		
Total	1576,000	32			
Total corregido	171,500	31			

a. R al cuadrado = ,652 (R al cuadrado ajustada = ,614)

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Proceso de decisión estadística

Paso 3. De los resultados del análisis se infiere el rechazo de la hipótesis nula para los efectos principales de A y B, con riesgo de error del 5%. En cambio, no se rechaza la hipótesis nula para la interacción. En suma, sólo los efectos principales alcanzan significación estadística.

Efecto principal de Materia: Como $p < ,001$, se rechaza la H_0 y concluimos que hay diferencias entre las medias.

Efecto principal de Enseñanza: Como $p < ,001$, se rechaza la H_0 y concluimos que hay diferencias entre las medias

Efecto de interacción Materia x Enseñanza: Como $p = ,632$, no se rechaza H_0 y concluimos que el efecto de la Materia es igual para los dos niveles de Enseñanza (o lo que es lo mismo, los dos efectos simples son iguales).

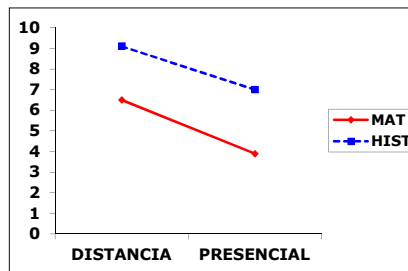
Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Representación gráfica de la interacción para los datos del Ejemplo 2

	ENSEÑANZA A DISTANCIA	ENSEÑANZA PRESENCIAL	Medias
MATEMÁTICAS	6.5	3.9	5.2
HISTORIA	9.1	7.0	8.1
Medias	7.8	5.5	6.6



Interacción nula

Efectos principales para las dos variables

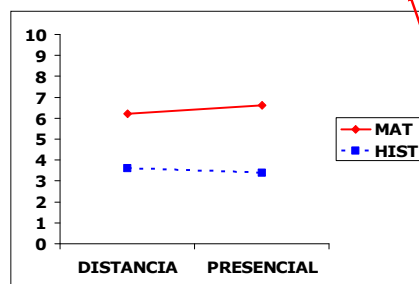
Puede verse que la nota en Historia es mayor que la nota en Matemáticas y que las notas son superiores con la enseñanza a distancia que con la enseñanza presencial.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Representación gráfica de la interacción: otros ejemplos

	ENSEÑANZA A DISTANCIA	ENSEÑANZA PRESENCIAL	Medias
MATEMÁTICAS	6.2	6.6	6.4
HISTORIA	3.6	3.4	3.5
Medias	4.9	5.0	5.0



Interacción nula

Efecto principal para Materia

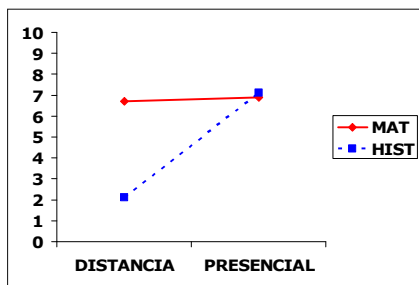
No efecto principal para Método de Enseñanza

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Representación gráfica de la interacción: otros ejemplos

	ENSEÑANZA A DISTANCIA	ENSEÑANZA PRESENCIAL	Medias
MATEMÁTICAS	6.7	6.9	6.8
HISTORIA	2.1	7.1	4.6
Medias	4.4	7.0	5.7



Interacción

Efecto principal para Materia

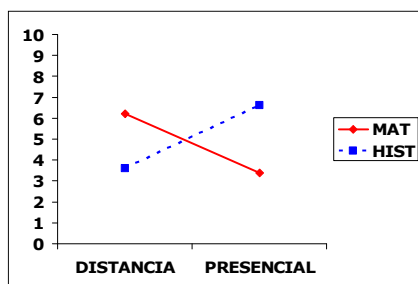
Efecto principal para Método de Enseñanza

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Representación gráfica de la interacción: otros ejemplos

	ENSEÑANZA A DISTANCIA	ENSEÑANZA PRESENCIAL	Medias
MATEMÁTICAS	6.2	3.4	4.8
HISTORIA	3.6	6.6	5.1
Medias	4.9	5.0	5.0



Interacción cruzada

No efecto principal para Materia

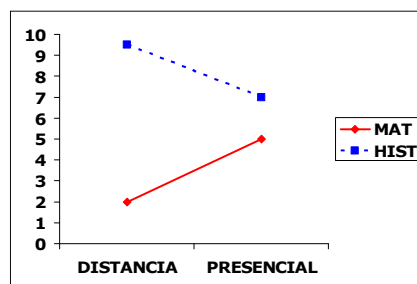
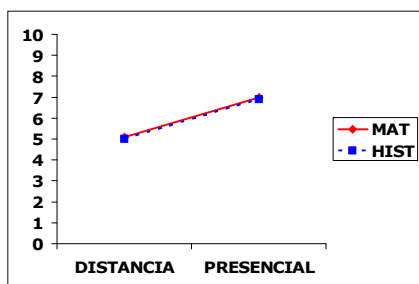
No efecto principal para Método de Enseñanza

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Interacción AxBxC

PRIMARIA				BACHILLERATO			
	ENSEÑANZA A DISTANCIA	ENSEÑANZA PRESENCIAL	Medias		ENSEÑANZA A DISTANCIA	ENSEÑANZA PRESENCIAL	Medias
MATEMÁTICAS	5,1	7,0	6,1	MATEMÁTICAS	2,0	5,0	3,5
HISTORIA	5,0	6,9	6,0	HISTORIA	9,5	7,0	8,3
Medias	5,1	7,0	6,0	Medias	5,8	6,0	5,9



Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



UNIVERSITAT DE BARCELONA

TEMA IV

DISEÑOS DE MEDIDAS REPETIDAS

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



ESQUEMA GENERAL

Definición
Clasificación
Diseño simple de medidas repetidas
Diseño factorial de medidas repetidas
Diseño de medidas parcialmente repetidas

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Definición

En el diseño medidas repetidas todos sujetos de la muestra reciben todos los tratamientos. De este modo, se trabaja con un solo grupo y cada individuo genera más de un dato.

Ventajas del diseño de medidas repetidas

1. Reducción radical del error experimental. El uso del procedimiento de medidas repetidas proporciona un control más efectivo de las fuentes de variación extrañas asociadas a las características individuales, consiguiendo así reducir la variancia del error. Esto es así porque la variabilidad debida a las diferencias individuales se elimina del término de error. De este modo, el diseño de medidas repetidas constituye una estructura más potente para detectar el efecto del tratamiento que los diseños completamente aleatorizados.
2. Se evita la presencia de variancia sistemática secundaria puesto que los distintos tratamientos o condiciones experimentales se aplican a un mismo grupo de sujetos.
3. No requiere trabajar con muestras demasiado grandes.

Ventajas del diseño de medidas repetidas

DISEÑO DE
MEDIDAS
REPETIDAS

N=30



90 OBSERVACIONES

DISEÑO DE
GRUPOS AL
AZAR

N=90



90 OBSERVACIONES

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Inconvenientes del diseño de medidas repetidas

1. El principal problema de los diseños de medidas repetidas son los efectos secuenciales que derivan de la propia estructura del diseño. Estos efectos deben ser neutralizados para que no confundan los efectos de los tratamientos. Pueden ser de dos tipos: **efectos residuales** y **efectos de orden**. Estos últimos pueden controlarse mediante el contrabalanceo o la aleatorización.

a_1 - Mozart
 a_2 - Relajación
 a_3 - Silencio

Contrabalanceo



Sujeto 1: $a_1 - a_2 - a_3$
Sujeto 2: $a_1 - a_3 - a_2$
Sujeto 3: $a_2 - a_1 - a_3$
Sujeto 4: $a_2 - a_3 - a_1$
Sujeto 5: $a_3 - a_1 - a_2$
Sujeto 6: $a_3 - a_2 - a_1$

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Inconvenientes del diseño de medidas repetidas

2. Puede no ser una estructura adecuada si se trabaja con muchas condiciones de tratamiento.

Diseño factorial de
medidas repetidas
2x4x4



32 condiciones
experimentales

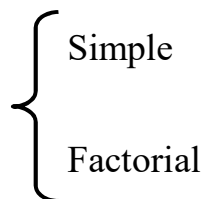
Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



 UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Clasificación

De un grupo o muestra



Simple

Factorial

Factorial Mixto: combina variables independientes de grupos
y de medidas repetidas

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



 UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Diseño simple de medidas repetidas

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



 UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Definición

En un diseño simple de medidas repetidas se manipula una sola variable independiente y se trabaja con un solo grupo que recibe todos los tratamientos.

Pueden ser de dos tipos: bicondicionales o multicondicionales.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



 UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Análisis Estadístico: ANOVA unifactorial de medidas repetidas

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Ejemplo 3

Se decide estudiar si el tamaño de las sumas repercute en el tiempo que necesitamos para resolverla. Se seleccionan al azar 10 sujetos para participar en un experimento y se les presentan sumas de tres tamaños, pequeño ($2 + 3$), mediano ($7 + 9$) y grande ($16 + 25$). Los sujetos deben indicar el resultado de la suma. La variable dependiente es el tiempo de respuesta promedio para cada tipo de suma.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Matriz de datos

	VARIABLE A				medias
	a_1	a_2	...	a_k	
individuo 1	y_{11}	y_{12}	...	y_{1k}	$\bar{y}_{1.}$
individuo 2	y_{21}	y_{22}	...	y_{2k}	$\bar{y}_{2.}$
.
.
.
individuo n	y_{n1}	y_{n2}	...	y_{nk}	$\bar{y}_{n.}$
medias	$\bar{y}_{.1}$	$\bar{y}_{.2}$...	$\bar{y}_{.k}$	$\bar{y}_{..}$

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Sujeto	Suma pequeña	Suma mediana	Suma grande	Medias
1	250	260	360	290,0
2	310	320	450	360,0
3	240	330	360	310,0
4	210	300	320	276,7
5	240	310	370	306,7
6	310	370	420	366,7
7	230	330	450	336,7
8	210	310	412	310,7
9	250	320	423	331,0
10	230	300	395	308,3
Medias	248	315	396	319,7

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



ANOVA: Descomposición de las Sumas de cuadrados

$$SC_{total} \left\{ \begin{array}{l} SC_{tratamiento} \\ SC_{sujetos} \\ SC_{residual} \end{array} \right.$$

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Cuadro resumen del ANOVA

Fuentes de Variación	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad	Variancia	F
Tratamiento	$SC_{tratamiento}$	a-1	$S^2_{trat} = \frac{SC_{trat}}{a-1}$	$F = \frac{S^2_{tratamiento}}{S^2_{residual}}$
Sujetos	$SC_{sujetos}$	n-1		
Residual	$SC_{residual}$	(a-1)(n-1)	$S^2_{residual} = \frac{SC_{residual}}{(a-1)(n-1)}$	
Total	SC_{total}	an-1		

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Condición de aplicación del ANOVA: Supuesto de esfericidad

Para poder utilizar el ANOVA se ha de cumplir la condición de esfericidad. Esta condición requiere que las variancias de las diferencias entre todos los pares de medidas repetidas sean iguales.

Para comprobar el cumplimiento de este supuesto se recurre a la *prueba de esfericidad de Mauchley (1940)*.

Alternativas de análisis del diseño de medidas repetidas

Diseño de
Medidas
Repetidas

ANOVA

F conservadora (límite inferior)

F ajustada (Greenhouse-Geisser)

F ajustada (Huynh-Feldt)

Análisis multivariable de la variancia
(MANOVA)

Fórmulas para el cálculo de los grados de libertad para el ANOVA

Grados de libertad de F	F normal	F conservadora (límite inferior)	F ajustada
Numerador	$(a-1)$	1	$\varepsilon(a-1)$
Denominador	$(n-1)(a-1)$	$n-1$	$\varepsilon(n-1)(a-1)$

ε de Greenhouse y Geisser (1959) o ε de Huynh y Feldt (1970)

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Prueba de esfericidad para el Ejemplo 3

Prueba de esfericidad de Mauchly^a

Medida: MEASURE_1

Efecto intra-sujetos	W de Mauchly	Aprox. Chi-cuadrado	gl	Sig.	Épsilon ^b		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Límite inferior
suma	,950	,411	2	,814	,952	1,000	,500

Prueba la hipótesis nula de que la matriz de covarianzas de error de las variables dependientes con transformación ortonormalizada es proporcional a una matriz de identidad.

a. Diseño : Intersección

Diseño intra-sujetos: suma

b. Se puede utilizar para ajustar los grados de libertad para las pruebas promedio de significación. Las pruebas corregidas se visualizan en la tabla de pruebas de efectos intra-sujetos.

Como $p = ,814$, no se rechaza H_0 y se cumple la condición de esfericidad

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Proceso de decisión estadística: ANOVA

Paso 1. Se asume, por hipótesis de nulidad, que los efectos de los tratamientos son nulos.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

Paso 2. Según la hipótesis experimental o hipótesis de efectividad se asume que, uno o más tratamientos o efectos es significativo. En términos estadísticos se afirma que:

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2, \text{ o } \mu_1 \neq \mu_3, \text{ o } \mu_2 \neq \mu_3$$

Paso 3. Se asume un modelo ANOVA de aditividad. El estadístico de la prueba es la F , a un nivel α de 0.05. El tamaño de la muestra experimental es $n=10$.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Cuadro resumen del ANOVA para el Ejemplo 3

Pruebas de efectos intra-sujetos

Medida: MEASURE_1

Origen		Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
suma	Esfericidad asumida	109846,667	2	54923,333	79,183	,000
	Greenhouse-Geisser	109846,667	1,905	57672,059	79,183	,000
	Huynh-Feldt	109846,667	2,000	54923,333	79,183	,000
	Límite inferior	109846,667	1,000	109846,667	79,183	,000
Error(suma)	Esfericidad asumida	12485,333	18	693,630		
	Greenhouse-Geisser	12485,333	17,142	728,343		
	Huynh-Feldt	12485,333	18,000	693,630		
	Límite inferior	12485,333	9,000	1387,259		

Como se cumple la condición de esfericidad, miramos la significación para Esfericidad asumida. Como $p < ,001$, se rechaza H_0 y concluimos que, por lo menos, hay diferencias entre dos medias.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Proceso de decisión estadística: ANOVA

Paso 4. Dado que el nivel de significación es inferior a 0.05 se rechaza la hipótesis nula y se concluye que hay diferencias entre las medias de los tratamientos.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Diseño factorial de medidas repetidas

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Matriz de datos para un diseño factorial de medidas repetidas 2x3

	a₁			a₂			medias
	b₁	b₂	b₃	b₁	b₂	b₃	
individuo 1	y_{111}	y_{112}	y_{113}	y_{121}	y_{122}	y_{123}	$\bar{y}_{1..}$
individuo 2	y_{211}	y_{212}	y_{213}	y_{221}	y_{222}	y_{223}	$\bar{y}_{2..}$
.
.
individuo n	y_{n11}	y_{n12}	y_{n13}	y_{n21}	y_{n22}	y_{n23}	$\bar{y}_{n..}$
medias	$\bar{y}_{.11}$	$\bar{y}_{.12}$	$\bar{y}_{.13}$	$\bar{y}_{.21}$	$\bar{y}_{.22}$	$\bar{y}_{.23}$	$\bar{y}_{...}$

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Diseño de medidas parcialmente repetidas

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Definición

El diseño de medidas parcialmente repetidas, conocido también como diseño de medidas repetidas multigrupo, combina, en un mismo experimento, el procedimiento de grupos independientes y el procedimiento con sujetos de control propio. Se trata de un diseño donde están presentes, por lo menos, dos variables independientes: una variable *entre* o de agrupación y una variable *intra* o de medidas repetidas.

Dentro de los diseños de medidas parcialmente repetidas algunos autores distinguen entre el **diseño factorial mixto** y el **diseño *split-plot***. La diferencia entre ellos radica en que en el segundo las variables entresujetos no son experimentales sino que son variables de sujeto.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Ejemplo 4

Se pretende estudiar si el efecto del tamaño de la suma depende del nivel de habilidad en aritmética. Se seleccionan dos grupos de sujetos: uno con habilidad alta (a_1) y otro con habilidad baja (a_2). A todos ellos se les presentan sumas de tamaño pequeño (b_1) y mediano (b_2). La variable dependiente es el tiempo de respuesta.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Matriz de datos (diseño 2 x 2, con un factor A entresujetos y un factor B intrasujeto)

			VARIABLE B		medias
			b ₁	b ₂	
V A R I A B L E A	a ₁	individuo 1	y ₁₁₁	y ₁₂₁	y _{1.1}
	
		individuo n	y _{11n}	y _{12n}	y _{1..n}
		medias	$\bar{y}_{11.}$	$\bar{y}_{12.}$	$\bar{y}_{1..}$
	a ₂	individuo 1	y ₂₁₁	y ₂₂₁	y _{2.1}
	
		individuo n	y _{21n}	y _{22n}	y _{2..n}
		medias	$\bar{y}_{21.}$	$\bar{y}_{22.}$	$\bar{y}_{2..}$
medias		$\bar{y}_{.1.}$	$\bar{y}_{.2.}$	$\bar{y}_{...}$	

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Sujeto	Habilidad aritmética	Suma pequeña	Suma mediana
1	alta	250	240
2	alta	310	310
3	alta	240	230
4	alta	210	210
5	alta	240	250
6	alta	310	230
7	alta	230	250
8	alta	210	310
9	alta	250	320
10	alta	230	300
11	baja	250	350
12	baja	310	360
13	baja	260	350
14	baja	230	352
15	baja	260	368
16	baja	310	310
17	baja	250	390
18	baja	230	350
19	baja	250	380
20	baja	230	352

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Cuadro resumen del ANOVA: diseño A x B

Fuentes de variación	SC	Grados de libertad	Variancia	F
Variable A	SC_A	$a - 1$	S^2_A	$S^2_A / S^2_{intragrupo}$
Intragrupo	$SC_{intragrupo}$	$a(n - 1)$	$S^2_{intragrupo}$	
Total entresujetos	$SC_{total-entre}$	$an-1$		
Variable B	SC_B	$b-1$	S^2_B	$S^2_B / S^2_{residual}$
A x B	$SC_{A \times B}$	$(a-1)(b-1)$	$S^2_{A \times B}$	$S^2_{A \times B} / S^2_{residual}$
Residual	$SC_{residual}$	$a(b-1)(n-1)$	$S^2_{residual}$	
Total intrasujeto	$SC_{total-intra}$	$an(b-1)$		
Total	SC_{Total}	$kn - 1$		

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Supuestos del ANOVA factorial mixto

Dado que el diseño factorial mixto es una combinación de los diseños entresujetos y los diseños intrasujeto, no es de extrañar que los supuestos estadísticos requeridos para el análisis de los datos de este tipos de diseños sean también una combinación de los supuestos intrasujeto y entresujetos.

- Por lo que se refiere a los factores entresujetos, los supuestos que han de cumplirse son la normalidad, la homogeneidad de variancias y la independencia de las observaciones.
- Por lo que se refiere a los factores intrasujeto, el supuesto que ha de cumplirse es la esfericidad.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Supuestos del ANOVA Ejemplo 4

Prueba de esfericidad de Mauchly^a

Medida: MEASURE_1

Efecto intra-sujetos	W de Mauchly	Aprox. Chi-cuadrado	gl	Sig.	Épsilon ^b		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Límite inferior
suma	1,000	,000	0	.	1,000	1,000	1,000

Prueba la hipótesis nula de que la matriz de covarianzas de error de las variables dependientes con transformación ortonormalizada es proporcional a una matriz de identidad.

a. Diseño : Intersección + Habilidad
Diseño intra-sujetos: suma

b. Se puede utilizar para ajustar los grados de libertad para las pruebas promedio de significación. Las pruebas corregidas se visualizan en la tabla de pruebas de efectos intra-sujetos.

Como la variable independiente Suma tiene sólo dos valores no es necesario el cumplimiento de la condición de esfericidad. De hecho, puede verse en la Tabla que ni siquiera se puede obtener el cálculo de la prueba de esfericidad de Mauchly.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Supuestos del ANOVA Ejemplo 4

Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error^a

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Suma_pequena	Se basa en la media	,178	1	18	,678
	Se basa en la mediana	,133	1	18	,720
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,133	1	17,597	,720
	Se basa en la media recortada	,172	1	18	,684
Suma_mediana	Se basa en la media	,062	1	18	,806
	Se basa en la mediana	,044	1	18	,837
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,044	1	17,071	,837
	Se basa en la media recortada	,025	1	18	,876

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

a. Diseño : Intersección + Habilidad
Diseño intra-sujetos: suma

Tanto para Suma pequeña como para Suma grande no se rechaza la H_0 que establece igualdad de variancias. Por tanto, se cumple la condición de aplicación para la variable de grupos.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Proceso de decisión estadística: ANOVA

Paso 1. Formulación de las hipótesis nulas:

$$H_0: \mu_{a1} = \mu_{a2}$$

$$H_0: \mu_{b1} = \mu_{b2}$$

$$H_0: \mu_{11} - \mu_{21} = \mu_{12} - \mu_{22}$$

Paso 2. A cada hipótesis nula está asociada la siguiente hipótesis alternativa:

H_1 : *por lo menos una desigualdad*

Paso 3. Se asume el modelo ANOVA de medidas repetidas. El estadístico de la prueba es la F normal con un nivel de significación de $\alpha = 0.05$.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Cuadro resumen del ANOVA para el Ejemplo 4

Pruebas de efectos intra-sujetos

Medida: MEASURE_1

Origen		Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
suma	Esfericidad asumida	26625,600	1	26625,600	20,037	,000
	Greenhouse-Geisser	26625,600	1,000	26625,600	20,037	,000
	Huynh-Feldt	26625,600	1,000	26625,600	20,037	,000
	Límite inferior	26625,600	1,000	26625,600	20,037	,000
suma * Habilidad	Esfericidad asumida	11971,600	1	11971,600	9,009	,008
	Greenhouse-Geisser	11971,600	1,000	11971,600	9,009	,008
	Huynh-Feldt	11971,600	1,000	11971,600	9,009	,008
	Límite inferior	11971,600	1,000	11971,600	9,009	,008
Error(suma)	Esfericidad asumida	23918,800	18	1328,822		
	Greenhouse-Geisser	23918,800	18,000	1328,822		
	Huynh-Feldt	23918,800	18,000	1328,822		
	Límite inferior	23918,800	18,000	1328,822		

Efecto principal Suma: Como $p < ,001$, se rechaza H_0 y concluimos que hay diferencias entre las medias
 Efecto de interacción: Como $p = ,008$, se rechaza H_0 y concluimos que el efecto de la suma depende de la habilidad.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Cuadro resumen del ANOVA para el Ejemplo 4

Pruebas de efectos inter-sujetos

Medida: MEASURE_1

Variable transformada: Promedio

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	3109177,600	1	3109177,600	1724,829	,000
Habilidad	19891,600	1	19891,600	11,035	,004
Error	32446,800	18	1802,600		

Efecto principal Grupo: Como $p = ,004$, se rechaza H_0 y concluimos que hay diferencias entre los grupos de habilidad.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



 UNIVERSITAT DE BARCELONA

Proceso de decisión estadística

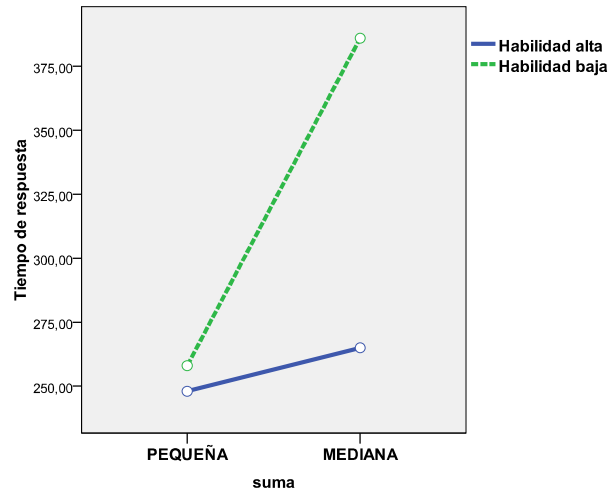
Paso 4. A partir de los resultados del ANOVA se rechaza la hipótesis nula para la variable A, para la variable B y para la interacción A x B, con una probabilidad de error menor al 5%.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



 UNIVERSITAT DE BARCELONA

Gráfico de interacción



En el gráfico vemos la interacción entre las dos variables: el efecto del tamaño de la suma es mayor en las personas con habilidad baja que en las personas con habilidad alta.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



 UNIVERSITAT DE
BARCELONA

TEMA V

DISEÑOS CUASI-EXPERIMENTALES

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



ESQUEMA GENERAL

Definición y clasificación del diseño cuasi-experimental
Estructuras básicas: Diseño pre-experimental
Diseño de grupo control no equivalente: Definición
Diseño de grupo control no equivalente: Análisis estadístico

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Definición y clasificación del diseño cuasi-experimental

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



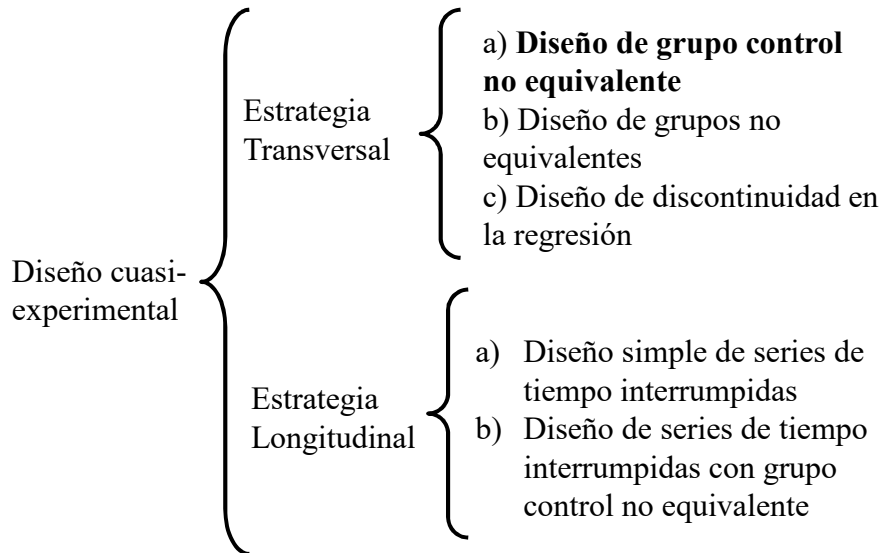
Definición del diseño cuasi-experimental

El diseño cuasi-experimental es un plan de trabajo con el que se pretende estudiar el impacto de los tratamientos en situaciones donde los sujetos no se asignan a los grupos de acuerdo con un criterio aleatorio. Se utilizan grupos naturales o intactos.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Clasificación del diseño cuasi-experimental

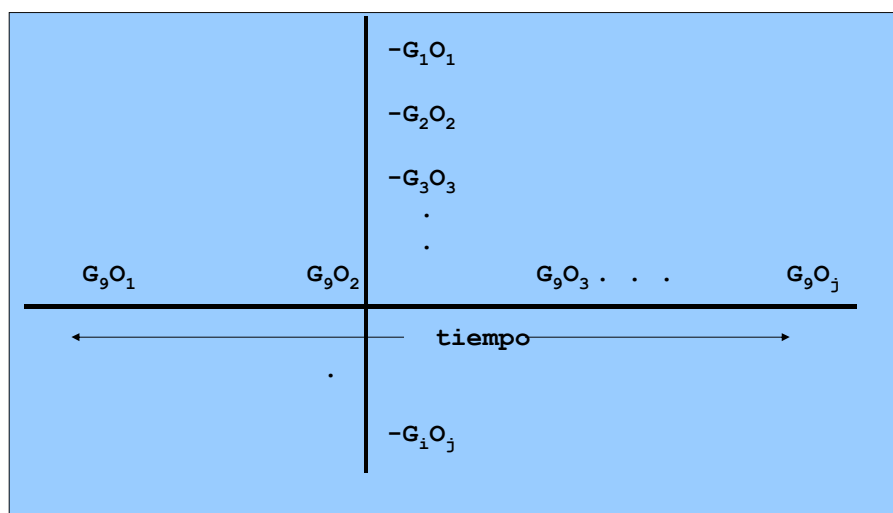


Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Representación gráfica de la estrategia transversal y longitudinal



Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Estructuras básicas: Diseños pre-experimentales

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Estructuras básicas

Diseño de un grupo solamente posttest

Grupos	Formación	Pretest	Condiciones	Posttest
1	Natural	-	X ₁	O ₁

Diseño de un grupo con pretest y posttest

Grupos	Formación	Pretest	Condiciones	Posttest
1	Natural	O ₁	X ₁	O ₂

Diseño con grupo control sólo posttest

Grupos	Formación	Pretest	Condiciones	Posttest
1	Natural	-	X ₁	O ₁
2	Natural	-	X ₀	O ₂

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Diseño de grupo control no equivalente: Definición y clasificación

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



 UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Definición

Esta clase de diseño de investigación, denominado inicialmente por Campbell y Stanley (1963) *diseño de grupo control no equivalente*, es un formato en que se toman, de cada sujeto, registros o medidas antes y después de la aplicación del tratamiento. Además se utiliza un grupo experimental y un grupo control.

Debido precisamente a la ausencia de aleatorización en la asignación de las unidades, es posible que se den diferencias en las puntuaciones pretest. Estas diferencias son la causa de la *no-equivalencia inicial de los grupos*. Así, cuando en la formación de los grupos no interviene el azar, es posible que los grupos presenten sesgos capaces de contaminar el efecto del tratamiento.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



 UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Esquema de diseño de grupo control no equivalente

Grupos	Formación	Pretest	Condiciones	Posttest
1	Natural	O ₁	X ₁	O ₂
2	Natural	O ₃	X ₀	O ₄

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Otros diseños cuasi-experimentales de grupos no equivalentes

Diseño con grupo control no equivalente con medidas pretest sustitutivas: Se caracteriza porque no medimos el posttest con el mismo instrumento de medida que el pretest.

Diseño con grupo control no equivalente con muestras separadas en el pretest y en el posttest: Se caracteriza porque no medimos el posttest con el mismo grupo de individuos para el que hemos medido el pretest.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Diseño de grupo control no equivalente: Análisis estadístico

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



 UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Técnicas de análisis

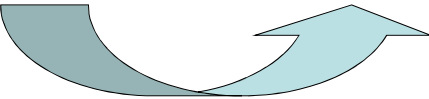
- Análisis de la variancia.
- Análisis de la covariancia.
- Análisis de la variancia con puntuaciones de diferencia o con puntuaciones de cambio.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



 UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Análisis de la variancia (ANOVA)

Control		Experimental	
Pretest X	Posttest Y	Pretest X	Posttest Y
			

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Análisis de la covariancia (ANCOVA)

Control			Experimental		
X	Y	XY	X	Y	XY

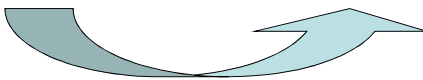
Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

ANOVA de puntuaciones de diferencia

Control			Experimental		
X	Y	Y-X	X	Y	Y-X



Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Ejemplo 5

Un psicólogo clínico quiere probar la eficacia de una terapia cognitiva para el tratamiento de la depresión. Selecciona dos grupos de pacientes de dos centros hospitalarios. Los pacientes del primer centro reciben la nueva terapia durante un periodo de 3 meses. Los pacientes del otro centro reciben su tratamiento habitual durante el mismo periodo. Antes y después de recibir los tratamientos todos los pacientes contestan un cuestionario para medir su autoestima y se utiliza esta medida como variable dependiente en esta investigación.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Matriz de datos del diseño

	control		experimental	
sujeto	pretest	posttest	pretest	posttest
1	33,2	42,2	35,7	48,8
2	34,9	44,1	43,4	52,9
3	34,4	43,3	39,1	51,3
4	34,2	43,2	40,9	50,0
5	31,2	40,9	39,8	51,6
6	31,4	41,2	37,1	50,0
7	34,3	41,0	41,7	51,0
8	38,2	45,0	34,3	48,0
9	34,6	45,7	38,1	48,8
10	39,0	46,7	37,0	51,5
medias	34,5	43,3	38,7	50,4

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

ANOVA para el Posttest: Ejemplo 5

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: POSTEST

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	274,422 ^a	1	274,422	93,355	,000
Intersección	48307,037	1	48307,037	16433,506	,000
GRUPO	274,422	1	274,422	93,355	,000
Error	58,791	20	2,940		
Total	48640,250	22			
Total corregido	333,213	21			

^a. R al cuadrado = ,824 (R al cuadrado ajustada = ,815)

Estadísticos descriptivos

Variable dependiente: POSTEST

GRUPO	Media	Desv. Desviación	N
Control	43,3273	1,93705	11
Experimental	50,3909	1,45839	11
Total	46,8591	3,98338	22

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

ANCOVA

El ANCOVA permite un control estadístico a posteriori de una o más variables extrañas, eliminando su influencia de la comparación de grupos.

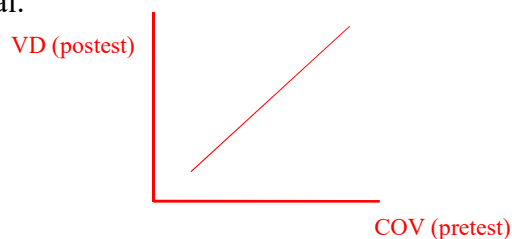
La variable extraña que se controla es la covariable, que en el diseño de grupo control no equivalente es el pretest. ¿Los grupos hubieran sido diferentes en el posttest si hubieran sido equivalentes en la covariable?

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Supuestos del ANCOVA

1. La relación entre la variable dependiente y la covariable ha de ser lineal.

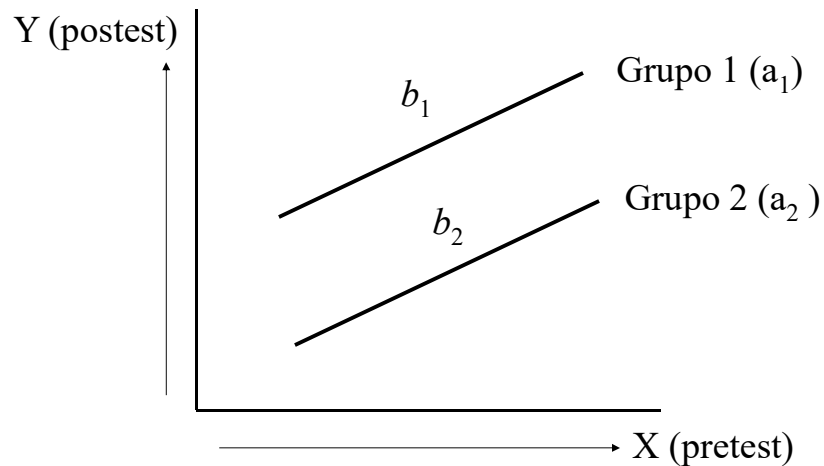


2. Homogeneidad de las pendientes de regresión. Las pendientes de regresión deben ser iguales para cada grupo de tratamiento. Si las líneas de regresión de los grupos no son paralelas, significa que existe un efecto de interacción entre los tratamientos y la covariable, es decir, que el efecto de la variable manipulada depende de los valores que obtiene cada sujeto en la covariable.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Prueba de homogeneidad de los coeficientes de la regresión, $H_0: \beta_1 = \beta_2$

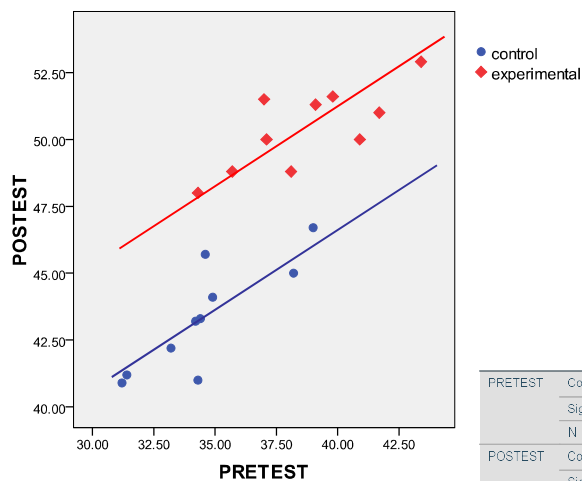


Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Relación lineal entre el pretest y el posttest: Ejemplo 5



$$H_0: \rho_{xy} = 0$$

Correlaciones

		PRETEST	POSTEST
PRETEST	Correlación de Pearson	1	,843**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	22	22
POSTEST	Correlación de Pearson	,843**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	22	22

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Prueba de homogeneidad de los coeficientes de la regresión, $H_0: \beta_1 = \beta_2$: Ejemplo 5

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: POSTEST

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	312,804 ^a	3	104,268	91,962	,000
Intersección	69,507	1	69,507	61,304	,000
GRUPO	5,093	1	5,093	4,492	,048
PRETEST	37,742	1	37,742	33,287	,000
GRUPO * PRETEST	2,302	1	2,302	2,030	,171
Error	20,409	18	1,134		
Total	48640,250	22			
Total corregido	333,213	21			

a. R al cuadrado = ,939 (R al cuadrado ajustada = ,929)

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Cuadro resumen del ANCOVA: Ejemplo 5

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: POSTEST

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	310,503 ^a	2	155,251	129,886	,000
Intersección	71,319	1	71,319	59,666	,000
PRETEST	36,080	1	36,080	30,185	,000
GRUPO	73,898	1	73,898	61,825	,000
Error	22,711	19	1,195		
Total	48640,250	22			
Total corregido	333,213	21			

a. R al cuadrado = ,932 (R al cuadrado ajustada = ,925)

GRUPO

Variable dependiente: POSTEST

GRUPO	Media	Desv. Error	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
Control	44,435 ^a	,386	43,627	45,244
Experimental	49,283 ^a	,386	48,474	50,092

a. Las covariables que aparecen en el modelo se evalúan en los valores siguientes: PRETEST = 36,6227.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Análisis de los datos de diferencia: Tabla de datos

sujeto	control			experimental		
	pretest	posttest	DIFERENCIA	pretest	posttest	DIFERENCIA
1	33.2	42.2	9.0	35.7	48.8	13.1
2	34.9	44.1	9.2	43.4	52.9	9.5
3	34.4	43.3	8.9	39.1	51.3	12.2
4	34.2	43.2	9.0	40.9	50.0	9.1
5	31.2	40.9	9.7	39.8	51.6	11.8
6	31.4	41.2	9.8	37.1	50.0	12.9
7	34.3	41.0	6.7	41.7	51.0	9.3
8	38.2	45.0	6.8	34.3	48.0	13.7
9	34.6	45.7	11.1	38.1	48.8	10.7
10	39.0	46.7	7.7	37.0	51.5	14.5
medias	34.5	43.3	8.8	38.7	50.4	11.7

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Cuadro resumen del ANOVA con los datos de diferencia: Ejemplo 5

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: DIFERENCIA

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	45,965 ^a	1	45,965	18,088	,000
Intersección	2305,229	1	2305,229	907,116	,000
GRUPO	45,965	1	45,965	18,088	,000
Error	50,825	20	2,541		
Total	2402,020	22			
Total corregido	96,791	21			

a. R al cuadrado = ,475 (R al cuadrado ajustada = ,449)

Estadísticos descriptivos

Variable dependiente: DIFERENCIA

GRUPO	Media	Desv. Desviación	N
Control	8,7909	1,30265	11
Experimental	11,6818	1,84001	11
Total	10,2364	2,14688	22

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

TEMA VI

DISEÑOS DE SERIES DE TIEMPO INTERRUMPIDAS

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



ESQUEMA GENERAL

Definición
Clasificación
Diseño simple de series de tiempo interrumpidas
Diseño de series de tiempo interrumpidas con grupo control no equivalente
Análisis estadístico para los diseños de series de tiempo interrumpidas

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Definición

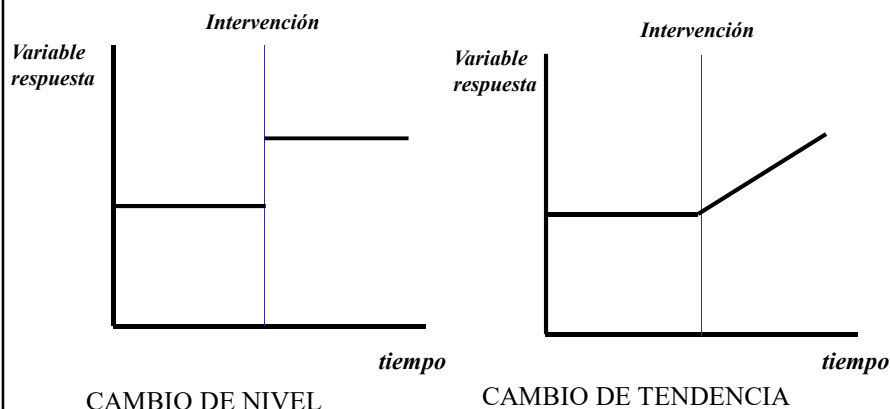
En el *diseño de series de tiempo interrumpidas* se registra cantidad de datos u observaciones antes y después de aplicar el tratamiento. Se caracteriza porque la serie se interrumpe en un punto del tiempo por la aplicación del tratamiento a evaluar. Se espera, como consecuencia de la aplicación del tratamiento, que los datos reflejen esta interrupción mostrando un cambio de nivel o de tendencia. En ello estriba la lógica que se utiliza en estos diseños, al atribuir los cambios operados en la serie, a partir del punto de interrupción, a la presencia o eficacia del tratamiento.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Patrones de cambio

Los principales tipos de cambios que pueden darse al administrar el tratamiento (intervención) son dos: cambio de nivel y cambio de tendencia.



Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Clasificación

Los diseños de series temporales pueden ser de dos tipos:

1. Diseño simple de series de tiempo interrumpidas.
2. Diseño de series de tiempo interrumpidas con grupo control no equivalente.

Diseño simple de series de tiempo interrumpidas

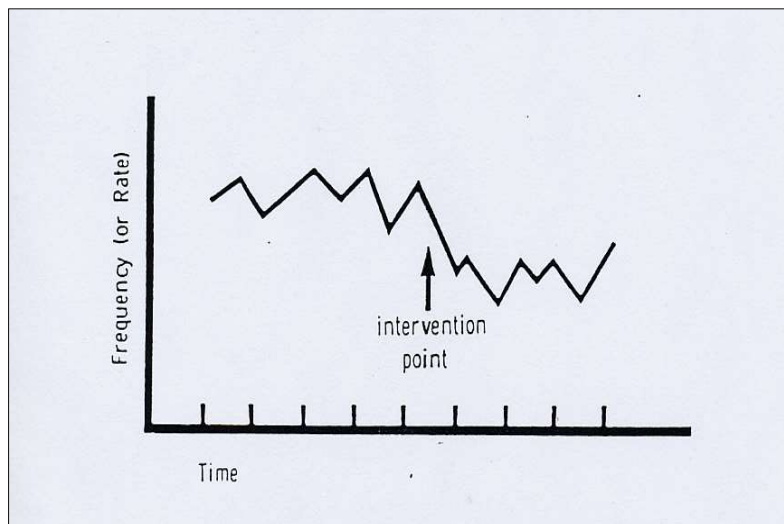
Definición

El modelo básico de *serie temporal interrumpida* está formado por dos períodos de múltiples observaciones registradas, antes y después de la intervención, sobre un grupo de individuos. Estos períodos se conocen por pre y pos-tratamiento.

El objetivo del diseño de serie temporal es detectar cambios en los patrones de los datos, antes y después de la intervención, atribuibles a la intervención.

Grupos	Formación	Pretest	Condiciones	Posttest
1	Natural	$O_1 \dots O_p$	X_1	$O_{p+1} \dots O_q$

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



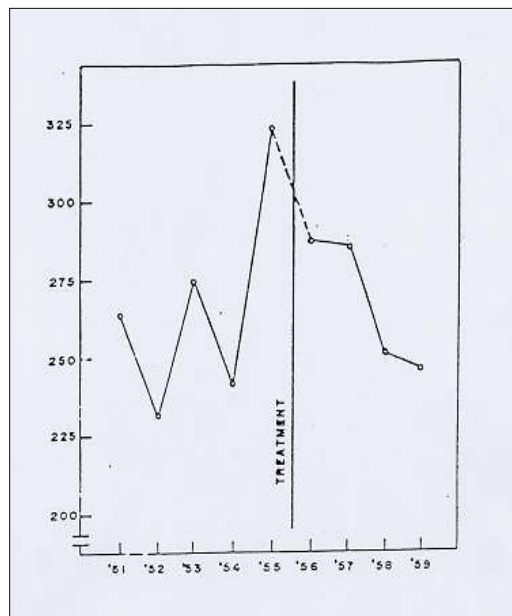
Ejemplo 7

Un ejemplo clásico de diseño simple de serie temporal interrumpida se encuentra en el artículo de Campbell (1969), donde describe un estudio realizado por él y sus colaboradores (Campbell y Ross, 1968; Glass, 1968; Ross y Campbell, 1968). En este estudio, se analizan las consecuencias de un endurecimiento de la legislación sobre la velocidad de conducción en el estado de Connecticut. Después de constatar una cantidad elevada de accidentes mortales de tráfico en 1955, el gobernador del Estado adoptó unas fuertes medidas para controlar la velocidad.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



 UNIVERSITAT DE
BARCELONA



Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



 UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Amenazas a la validez interna en el diseño simple de series de tiempo interrumpidas

- La principal amenaza a la validez interna es, el factor **historia**. La historia se refiere a hechos o acontecimientos externos distintos al tratamiento que actúan en el punto de intervención y que pueden afectar a la conducta en curso. Entre los posibles controles del factor historia, el más efectivo consiste en añadir un grupo control sin tratamiento.
- Otra amenaza es **la instrumentación**. Un cambio en los procedimientos administrativos puede modificar la forma como los registros son guardados. Así, aquellos responsables de la administración, que pretenden mostrar una buena actuación, pueden simplemente cambiar los procedimientos de contabilizar los datos.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Amenazas a la validez interna

- La **mortalidad** se convierte en otra amenaza a la inferencia de la hipótesis. Se produce cuando la composición del grupo de tratamiento cambia de forma súbita y drástica en el punto de aplicación de la intervención. Esto suele ocurrir debido al desgaste que supone en la muestra la aplicación del tratamiento. Cuando hay desgaste de muestra, por las medidas repetidas que se toman de los sujetos, no es posible determinar, sin un posterior análisis, si el tratamiento causó una interrupción en la serie o si la interrupción fue debida a que diferentes personas estuvieron en los períodos de pre y pos-tratamiento. Se deberían analizar los datos para aquellas unidades que hubieran estado presentes en los períodos pre y post.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Diseño de series de tiempo interrumpidas con grupo control no equivalente

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Definición

Un procedimiento para controlar algunos factores que atentan contra la validez interna en el diseño simple de series de tiempo interrumpidas consiste en añadir un grupo control o de no-tratamiento. Este diseño se conoce como *diseño de series de tiempo interrumpidas con grupo control no equivalente* y también como *diseño de series temporales múltiples* (Gottman, McFall y Barnett, 1969; Simonton, 1977).

Según Gottman *et al.*, (1969), el diseño de *serie temporal interrumpida con grupo control no equivalente* es una extensión del diseño de serie temporal simple y permite investigar hipótesis más precisas al comparar una serie temporal experimental con otra de control. En consecuencia, se controlan mejor las posibles hipótesis rivales.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Esquema

Grupos	Formación	Pretest	Condiciones	Posttest
1	Natural	$O_1 \dots O_p$	X_1	$O_{p+1} \dots O_q$
2	Natural	$O_{q+1} \dots O_r$	X_0	$O_{r+1} \dots O_s$

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



 UNIVERSITAT DE
BARCELONA

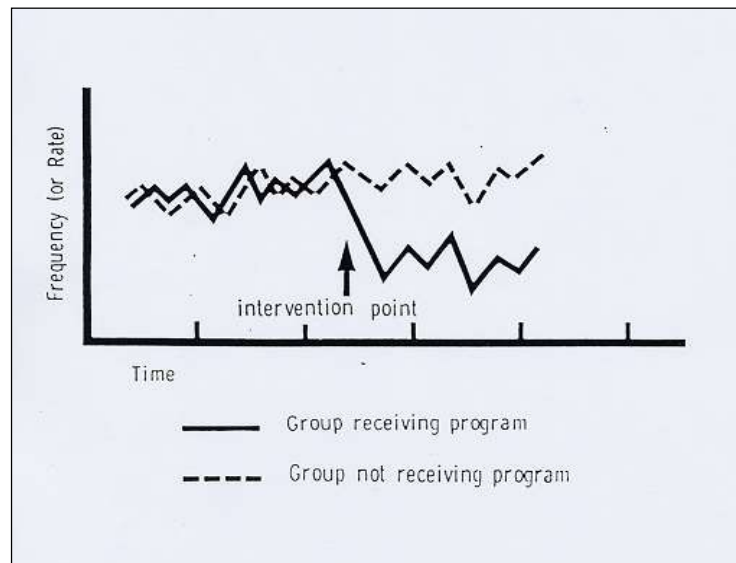
Ejemplo 8

Se pretende estudiar el impacto de un nuevo programa de Sanidad para reducir el número de personas que acuden al servicio de urgencias. Se toman los datos de dos comunidades autónomas, una en la que se aplica el nuevo programa y otra que actúa como control. Se registra el número de pacientes que acuden a urgencias durante nueve meses antes y después de la intervención.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



 UNIVERSITAT DE
BARCELONA



Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Análisis estadístico

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Análisis estadístico en los diseños de series de tiempo interrumpidas

Para analizar los datos de este tipo de diseño no podemos recurrir a la estadística clásica puesto que ésta requiere que las observaciones sean independientes. Por esta razón se han de utilizar otras técnicas estadísticas para analizar los datos. En general podemos recurrir a las siguientes técnicas:

A) Análisis de series temporales. Modelos ARIMA (Box y Jenkins, 1970). Estos modelos sólo se pueden utilizar si disponemos, como mínimo, de 50 observaciones antes y después de aplicar el tratamiento.

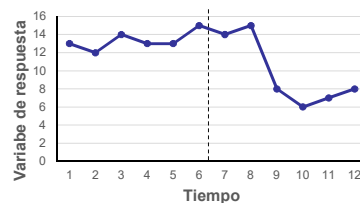
B) Análisis de mínimos cuadrados generalizados. Modelos de la regresión generalizada.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Limitaciones de los diseños de series de tiempo interrumpidas

1. A veces los datos temporales son escasos para poder recurrir a un análisis estadístico válido. Por ejemplo, los modelos ARIMA requieren un mínimo de 50 observaciones antes y después de la intervención.
2. A veces los efectos no son inmediatos y tienen a demorarse en el tiempo.



3. Lo habitual es utilizar en estos diseños datos de archivo con los consiguientes problemas que pueden presentar este tipo de datos (datos incompletos, datos mal medidos,...).

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



TEMA VII

DISEÑOS DE CASO ÚNICO

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



ESQUEMA GENERAL

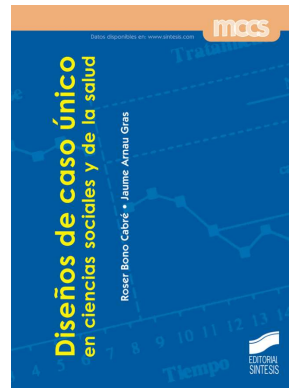
Definición y características
Establecimiento de la línea base
Patrones de cambio
Clasificación
Estructura básica: Diseño AB
Diseños de reversión
Diseños de no reversión

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Bono, R. y Arnau, J. (2014). *Diseños de caso único en ciencias sociales y de la salud*. Madrid: Síntesis.

<http://www.sintesis.com/metodologia-de-las-ciencias-del-comportamiento-y-de-la-salud-22/disenos-de-caso-unico-en-ciencias-sociales-y-de-la-salud-ebook-1877.html>



Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



 UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Definición y características

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



 UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Definición del diseño de caso único

En este enfoque, el investigador obtiene una gran cantidad de datos de uno o varios sujetos bajo condiciones tanto de ausencia como de presencia de tratamiento. Dado que, con frecuencia, un mismo tratamiento se aplica varias veces al mismo sujeto, este enfoque se conoce también por *estrategia de replicación intra-sujeto* (Gentile *et al.*, 1972).

Mediante la aplicación de los diseños experimentales de sujeto único, se pretende evaluar el posible efecto de una intervención o tratamiento sobre la conducta o variable de respuesta que se estudia.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Características del diseño de caso único

1. La conducta se estudia a lo largo del tiempo.
2. La conducta se registra en fases distintas: fase sin intervención y fase con intervención. Es precisamente la comparación entre fases la que permite evaluar si el tratamiento modifica la conducta.
3. A diferencia de los diseños de grupos, los diseños de caso único se interesan en el estudio del individuo, por lo que trabajan con un único sujeto. Este único sujeto puede ser un solo individuo o una entidad formada por varios individuos.
4. Se utilizan mucho en el ámbito clínico y educativo.
5. Se trata de un diseño más flexible que el diseño experimental clásico.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Características del diseño de caso único

5. Puesto que es un diseño experimental se trata de diseños en los que se manipula la variable independiente y se controlan las variables extrañas. La manipulación implica que el investigador interviene de forma directa sobre el fenómeno. El control se fundamenta en la *línea base*, la *reversión conductual* y la *replicación*.

Línea base: fase de registro de la conducta antes de administrar el tratamiento.

Reversión conductual: fase de retirada de tratamiento con el objetivo de regresar al nivel de la línea base.

Replicación: fase en la que se vuelve a administrar el tratamiento para observar de nuevo el cambio en la conducta.

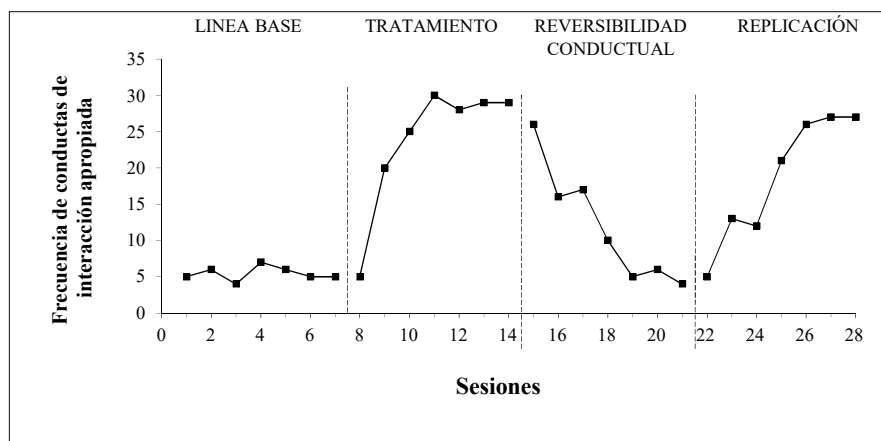
Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Ejemplo

Programa para incrementar las conductas de interacción apropiadas de un niño hacia sus compañeros



Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Establecimiento de la línea base

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



 UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Definición de línea base

La línea base es el periodo inicial de observación en el que se registra de forma continua la frecuencia de ocurrencia del fenómeno bajo estudio. Se suele designar con la letra A.

El objetivo de la línea base es doble:

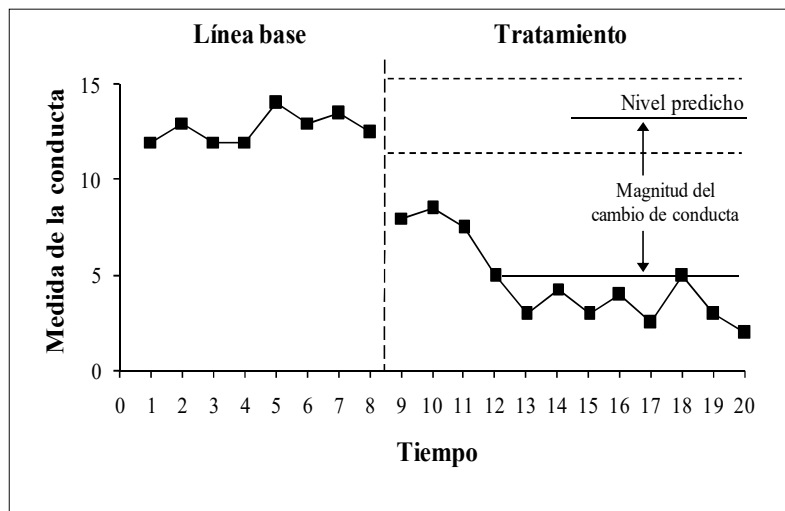
1. **Función descriptiva:** Los datos recopilados durante esta fase describen el nivel existente del comportamiento.
2. **Función predictiva:** Estos datos son la base para predecir el nivel de comportamiento para el futuro inmediato si no se proporciona la intervención. Para que una línea base tenga función predictiva debe ser estable y presentar poca variabilidad.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



 UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Definición de línea base



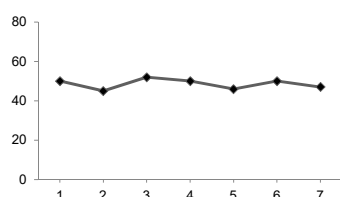
Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



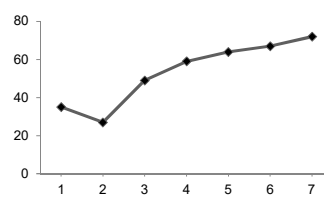
UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Tipos de línea base

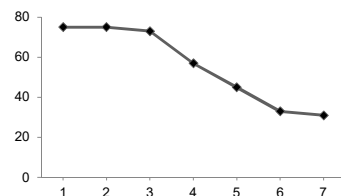
Línea base estable



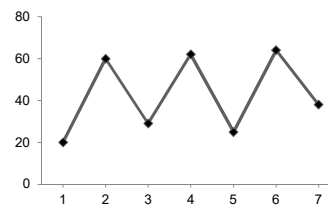
Línea base ascendente



Línea base descendente



Línea base variable



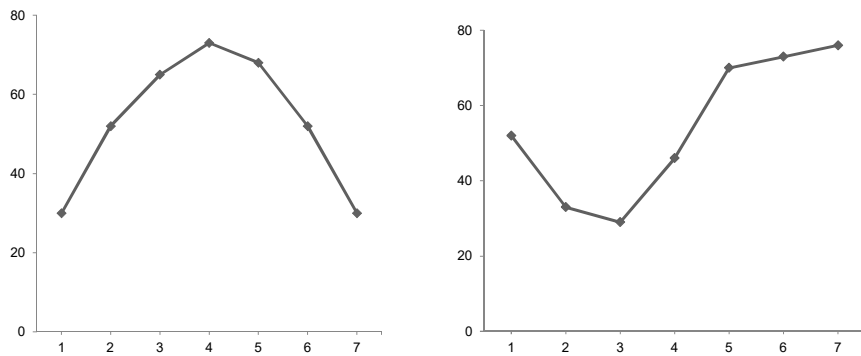
Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Tipos de línea base

Líneas base con patrones alternantes



Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Patrones de cambio entrefases

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Patrones de cambio

La comparación de los patrones entre-fases permitirá al investigador juzgar el efecto de su intervención. Se han de valorar:

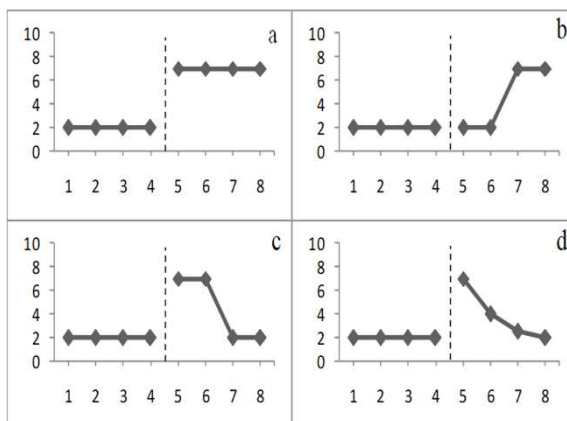
1. Cambios de nivel
2. Cambios de tendencia
3. Inmediatez del efecto: cuanto menos tiempo transcurra entre la introducción del tratamiento y el cambio, más convincente será la relación funcional entre ambos.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



 UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Patrones de cambio de nivel



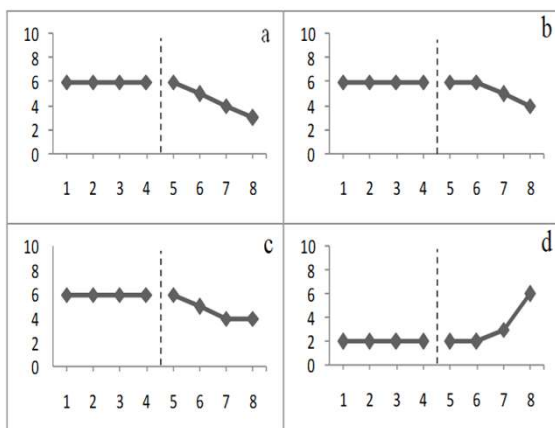
- a) cambio abrupto
- b) cambio retardado
- c) cambio temporal
- d) cambio con decaimiento progresivo

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



 UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Patrones de cambio de tendencia



- a) cambio abrupto
- b) cambio demorado
- c) cambio temporal
- d) cambio acelerado

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Clasificación de los diseños de caso único

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Criterios de clasificación

1. En función de la reversibilidad de la respuesta a los niveles de la línea base tras retirar o alterar el tratamiento.

Diseño de reversión: son aquellos en los que la conducta es susceptible de regresar al nivel de la línea base después de la intervención.

Diseños de no reversión: son aquellos en los que la conducta no puede volver a la línea base.

Criterios de clasificación

2. En función de la estrategia de comparación:

Diseño intra-serie: La conducta se registra en una sola serie de datos y la efectividad de la intervención se valora mediante la comparación de las sucesivas fases de esa serie.

Diseño entre-series: La conducta se registra en dos o más series de datos y la efectividad de la intervención se valora mediante la comparación entre series de datos distintas.

Diseño de series combinadas o mixtas: La conducta se registra en dos o más series de datos y la efectividad de la intervención se valora mediante comparaciones intra-serie y entre-series.

Clasificación de los diseños de reversión

Diseños de reversión	Diseños intra-series	Diseño A-B-A-B Diseño de retirada B-A-B Diseño de reversión multinivel A-B ₁ -A-B ₂ -A Diseño de tratamiento múltiple A-B-A-C-A Diseño de interacción A-B-A-B-BC-B-BC
	Diseños de series mixtas	Diseño de reversión de cuatro fases de inversión Diseño de reversión de cuatro fases de generalización

Las letras hacen referencia a las fases del diseño:

Primera **A**: línea base; Segunda **A**: fase de reversión conductual

Letras **B, C, D**: fases de distintos tratamientos

B₁, B₂, etc.: distintos niveles de un mismo tratamiento.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Clasificación de los diseños de no reversión

Diseños de no reversión	Diseños intra-series	Diseño de cambio de criterio
	Diseños entre-series	Diseño de tratamientos alternantes Diseño de tratamientos simultáneos
	Diseños de series mixtas	Diseño de línea base múltiple entre conductas Diseño de línea base múltiple entre participantes Diseño de línea base múltiple entre contextos

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Estructura básica: diseño A-B

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Definición del diseño A-B

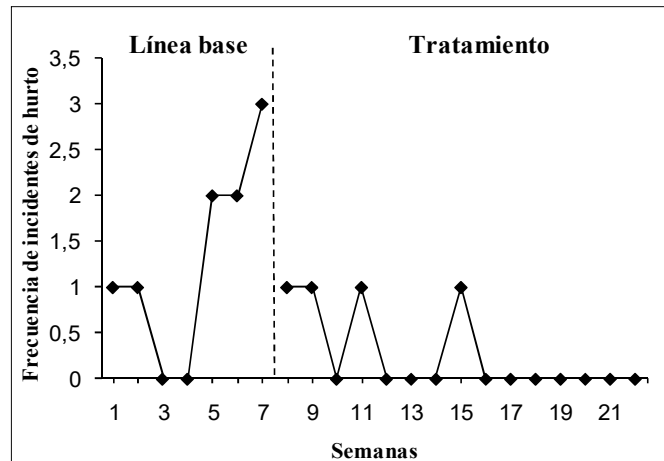
Se trata del esquema más básico de un diseño de caso único. Consiste en el registro de la variable de respuesta en una sola serie o unidad de análisis a lo largo de dos fases: una primera de línea base y otra de intervención. Estrictamente no se considera un diseño experimental puesto que hay muchos factores que pueden atentar contra la validez interna de la investigación.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Ejemplo diseño básico A-B

Frecuencia de incidentes de hurto registrados en las fases de línea base y tratamiento. (Datos extraídos de Luiselli y Pine, 1999).



Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Diseños de reversión

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Diseño de cuatro fases A-B-A-B

Se conoce también con el nombre de *diseño de retirada de cuatro fases* o *diseño A-B replicado*. El efecto de la intervención está claro si la conducta muestra un cambio en el sentido esperado en la primera fase B, vuelve a la línea base en la segunda fase A y se produce de nuevo la mejora en la última fase.

Además de su elevada validez interna este diseño presenta la ventaja de acabar en una fase de intervención, por lo que se utiliza con frecuencia en el ámbito clínico.

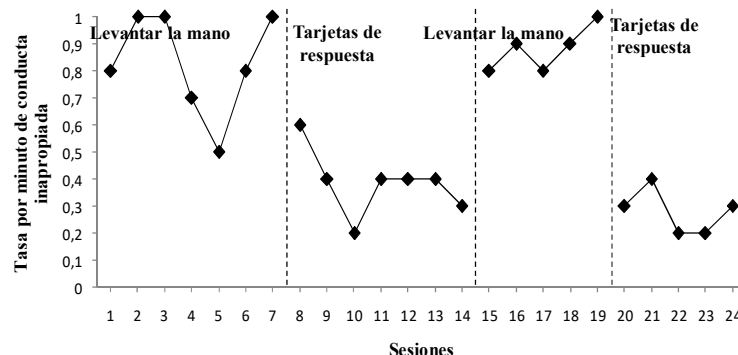
Una variante de este diseño es el diseño A-B-A₁-B que se caracteriza porque en la tercera fase se retira el tratamiento B, pero se introduce un tratamiento placebo (A₁). Así se puede controlar la reactividad del sujeto.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Ejemplo de Diseño A-B-A-B

Tasa por minuto de conducta inapropiada de un estudiante de educación primaria con discapacidad mental moderada. La conducta inapropiada es levantar la mano sin permiso en clase y el tratamiento consiste en dar tarjetas de respuesta intercambiables por gominolas o tiempo libre (Datos extraídos de Berrong *et al.*, 2007)



Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Diseño de tres fases B-A-B

Permite valorar programas o tratamientos que ya están en marcha. El diseño comienza con la aplicación del tratamiento, que luego se retira y después se vuelve a aplicar. La retirada y posterior introducción del tratamiento permiten determinar si los cambios en la conducta son debidos al tratamiento.

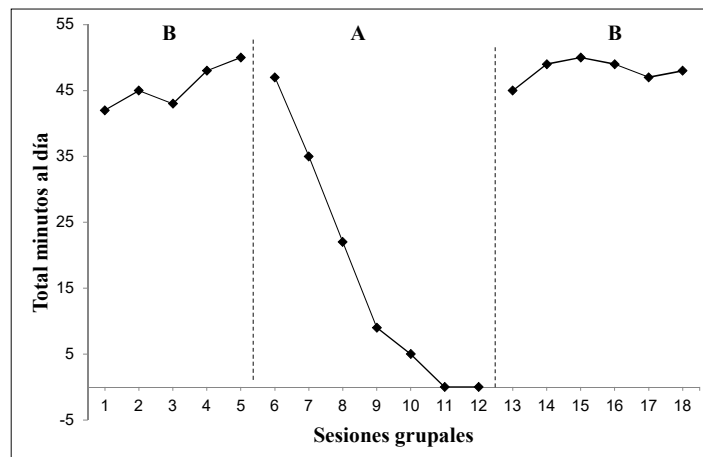
Este diseño también se utiliza cuando el nivel de la línea base es obvio porque la conducta objetivo no ha ocurrido nunca. Dado que la proporción de ocurrencia de la conducta objetivo es cero antes de la intervención no tiene sentido registrar una línea base.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Ejemplo de Diseño B-A-B

Cantidad total de minutos diarios de ejecución de trabajos de un grupo de 44 pacientes hospitalizados en función de la contingencia y no contingencia de refuerzo.



Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Diseño de tratamiento múltiple

Este diseño resulta de la combinación de dos diseños A-B-A y se utiliza para comprobar, dentro de un mismo estudio, cómo dos o más tratamientos afectan a la conducta de interés.

Las intervenciones (B, C, D,...) pueden administrarse en diferentes puntos del diseño: A-B-C-B-C-A o A-B-C-A-B-C.

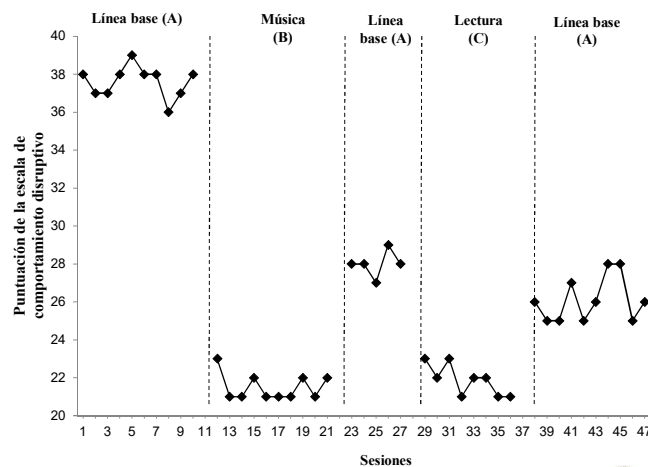
Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Ejemplo de Diseño A-B-A-C-A

Puntuación en una escala de conducta disruptiva de un paciente con Alzheimer. Los tratamientos son la terapia musical y la lectura/exploración de libros de interés para el paciente (Datos extraídos de Gardiner *et al.*, 2000).



Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Diseños de no reversión

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Diseño de línea base múltiple

Los diseños de línea base múltiple (DLBM) son la principal alternativa a los diseños conductuales de reversión. Son particularmente indicados en aquellas situaciones donde no es aconsejable la retirada del tratamiento. Puesto que no requieren la retirada temporal de la intervención, se convierten en una de las mejores alternativas a los diseños del tipo **A-B-A-B** y a sus variedades en la investigación conductual aplicada.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



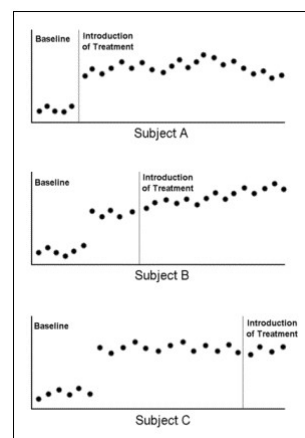
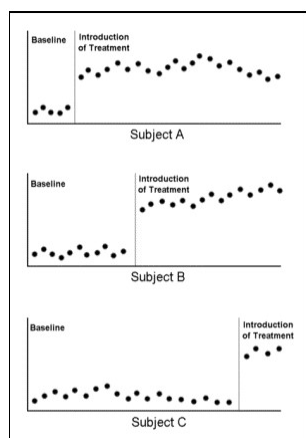
Diseño de línea base múltiple (DLBM)

La característica fundamental de estos diseños es que la variable de tratamiento se aplica de forma escalonada en el tiempo a distintas *conductas de un mismo individuo* (**DLBM entre conductas**), a la misma conducta para *un individuo en situaciones diferentes* (**DLBM entre contextos**) o a la *misma conducta en individuos diferentes* (**DLBM entre sujetos**). En consecuencia se utilizarán dos a más líneas base que pueden ser conductas distintas, situaciones diferentes o individuos distintos. Para cada línea base el tratamiento se introducirá en un momento temporal diferente. La eficacia del tratamiento se demostrará si la conducta cambia en cada serie sólo a partir del momento en que se introduce el tratamiento.

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



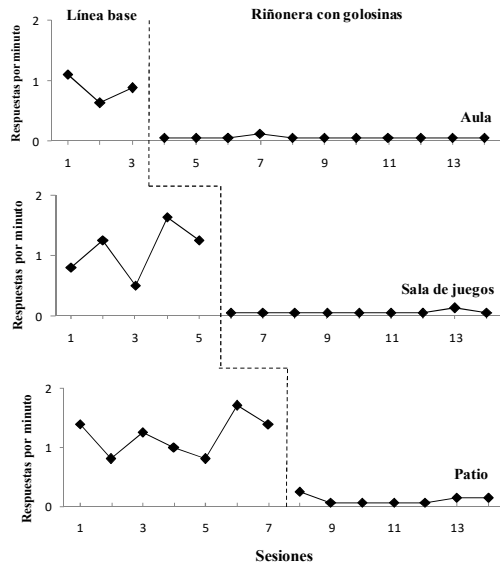
Diseño de línea base múltiple (DLBM)



Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Diseño de línea base múltiple entre contextos

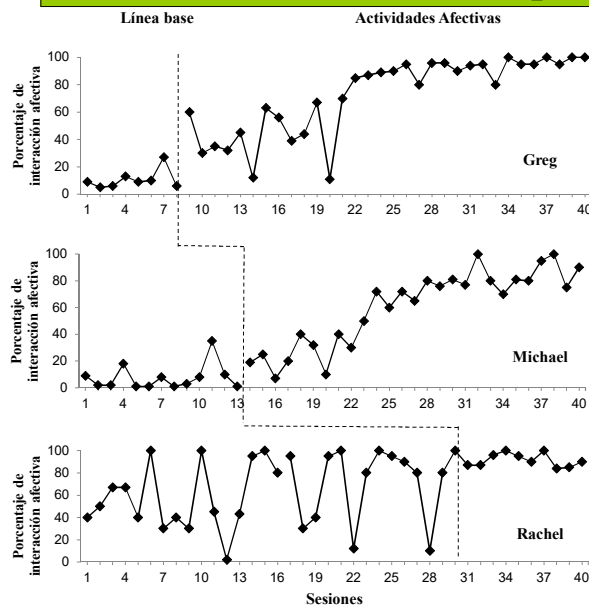


Niño con autismo de 8 años con parálisis cerebral y retraso mental moderado. Respuestas por minuto de la conducta de llevarse objetos no comestibles a la boca a través de tres situaciones. (Datos extraídos de Roane *et al.*, 2003).

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Diseño de línea base múltiple entre individuos

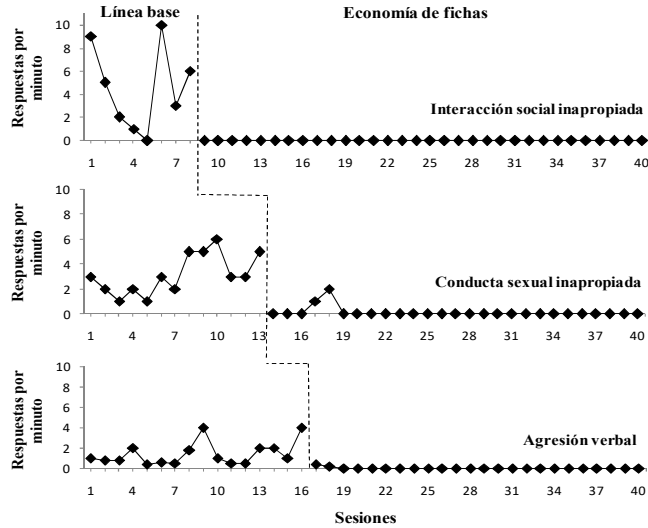


Tratamiento para incrementar la interacción afectiva con los compañeros en tres pacientes autistas (Datos extraídos de McEvoy *et al.*, 1988)

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



Diseño de línea base múltiple entre conductas



Respuestas por minuto de conductas inapropiadas de un hombre de 26 años con retraso mental. Tratamiento con economía de fichas intercambiables por su comida preferida o actividades favoritas (Datos extraídos de LeBlanc *et al.*, 2000).

Diseños de Investigación en Psicología
Núñez-Peña y Bono (2020)



UNIVERSITAT DE
BARCELONA